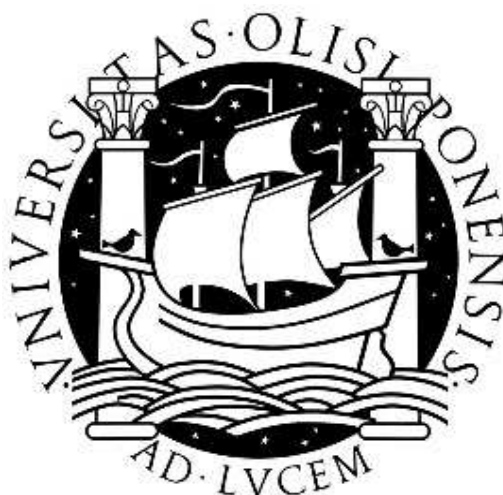


UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SECÇÃO AUTÓNOMA DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS  
CIÊNCIAS



**BENTO SANCHES DORTA**  
**REPRESENTANTE PORTUGUÉS DEL PROGRESO**  
**CIENTÍFICO DE LA ILUSTRACIÓN**

**Ana María Marín Farrona**

MESTRADO EM HISTORIA E FILOSOFIA DAS CIENCIAS

2011

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SECÇÃO AUTÓNOMA DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS  
CIÊNCIAS



**BENTO SANCHES DORTA**  
**REPRESENTANTE PORTUGUÉS DEL PROGRESO**  
**CIENTÍFICO DE LA ILUSTRACIÓN**

Dissertação Apresentada para Obtenção do Grau de Mestre em  
Historia e Filosofía da Ciência

Orientada pelo Prof. Doutor Henrique de Sousa Leitão e o Prof.  
Doutor José Manuel Vaquero Martínez

**Ana María Marín Farrona**

MESTRADO EM HISTORIA E FILOSOFIA DAS CIENCIAS

2011

## **Resumen**

Bento Sanches Dorta fue un astrónomo y geógrafo portugués formado en matemáticas en la Universidad de Coimbra con condición de voluntario. En el año 1781 fue enviado a Brasil para la determinación de la frontera entre las posesiones españolas y portuguesas de América del Sur. Tras su llegada al nuevo continente, estuvo siete años sin recibir órdenes definitivas relativas al trabajo que, en primera instancia, le fue encomendado. No obstante, se puede apreciar cómo su instrucción en la Universidad de Coimbra en el período posterior a las Reformas Pombalinas, y los principios básicos de la Ilustración calaron de lleno en el portugués, incitando su interés por la física experimental y por las matemáticas. Esto explica que, durante su estancia en Brasil, pusiera todo su empeño en el registro de observaciones meteorológicas y astronómicas, así como en la realización de otras actividades científicas que, hasta el momento, son casi desconocidas. En este trabajo se ha tratado de trazar un recorrido que nos permita conocer en profundidad y, con ello, entender y sacar a la luz la labor que este portugués realizó en la colonia portuguesa. Se propone para ello describir inicialmente el contexto histórico en el cual estaba sumergido el científico, investigar su biografía, redescubrir y analizar sus producciones, y, por último, estudiar en profundidad sus registros y aportaciones científicas. Por ello, con esta investigación, no sólo se desea contribuir al desarrollo de la historiografía de la ciencia; se aspira también a sacar a la luz el esfuerzo realizado por Bento Sanches Dorta como hombre de ciencias, como científico Ilustrado.

**Palabras claves: Bento Sanches Dorta; Ilustración; Contribuciones científicas; Meteorología; Astronomía**

## **Abstract**

Bento Sanches Dorta was a Portuguese astronomer and geographer who studied mathematics in the University of Coimbra as volunteer student. In the year 1781 he was sent to Brazil in a geographical mission, to demarcate the limits of the Portuguese and Spanish territory in southern America. When Sanches Dorta arrived in Brazil, he was looking forward to receiving the orders from his supervisors for seven years. Thereby he was influenced by his education in the University of Coimbra due to the Pombaline reforms as well as due to the enlightened ideals of his time. Both of this woke his interest in physics and mathematics. For this reason, while he was in Brazil, he performed frequent meteorological and astronomical observations. Furthermore, he engaged in other scientific activity. Nevertheless, until now, most of his scientific contributions are unknown. The present work tries to know, understand and reveal the work that Bento Sanches Dorta carried out in Brazil. Its goal is to describe the historical context of the scientist, investigate his biography, rediscover and analyze his publications, and finally, study his records and scientific contributions in depth. For this reason, with this investigation, we are not just contributing to the development of the historiography of science; we are revealing the effort that Bento Sanche Dorta made as scientist as well.

**Key words: Bento Sanches Dorta; Enlightenment; Scientific contributions; Meteorology; Astronomy**

## **Agradecimientos**

Fueron muchas las personas que directa o indirectamente me ayudaron en la realización de este trabajo, en el desarrollo de esta empresa.

En primer lugar quiero agradecer a mis orientadores, Henrique Leitão y José Manuel Vaquero, su empeño y dedicación, disponibilidad, profesionalidad, ayuda y presencia en todos los momentos en los que, aún sin transmitírselo, los he necesitado. Ambos son no sólo orientadores ejemplares, también modelos a seguir como personas.

Quiero aquí destacar la colaboración de aquellos que, a través del mundo virtual, se han prestado para ayudarme en todo lo que ha estado en sus manos.

También deseo darles mi más sincero agradecimiento a los que hicieron posible que tuviera un soporte económico durante el desarrollo de este trabajo. Principalmente a Jose Manuel Vaquero Martínez, Jesús Fidel González Rouco, y Fernando Domínguez Castro.

Por último, cabe expresar mi mayor gratitud a todos aquellos que mediante sus palabras de ánimo me ayudaron infinitamente durante mi investigación, especialmente a mi padre y mi madre, Santiago y Consuelo respectivamente, y mis hermanos, Santi y M<sup>a</sup> Jesús, mis amigos, y compañeros de trabajo.



## ÍNDICE

1. Introducción	14
2. La ciencia del siglo XVIII en la metrópolis portuguesa y la colonia brasileña.	22
2.1. Un breve paréntesis en la historiografía de la ciencia	23
2.2. Una breve contextualización	29
2.3. Expediciones científicas	35
2.4. La ciencia en Portugal	41
2.4.1. La Facultad de matemáticas	54
2.4.2. La Facultad de Filosofía	56
2.5. La ciencia en Brasil	58
3. Bento Sanches Dorta: su vida	66
3.1. Consideraciones generales	67
3.2. Una breve biografía	68
4. Bento Sanches Dorta: sus Obras	76
4.1. Aspectos globales	77
4.2. Publicaciones en las Memorias de la Academia de las Ciencias de Lisboa	79
4.2.1. Observações Astronómicas feitas junto ao Castelo da Cidade do Rio de Janeiro para determinar a Latitude, e Longitude da dita Cidade	83
4.2.2. Observações Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro	89
4.2.3. Descrição de hum monstro de especie Humana, existente na Cidade de São Paulo na America Meridional	94
4.2.4. Observações Astronomicas feitas na Cidade de São Paulo na América Meridional por Bento Sanches Dorta	96
4.2.5. Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1784/1785 por Bento Sanches Dorta	101
4.2.6. Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1786/1787 por Bento Sanches Dorta	105
4.2.7. Taboas, e Diarios Meteorológicos, pertencentes ao anno de 1788, por Bento Sanches Dorta	109
4.2.8. Diario physico-meteorologico de Outubro /Novembre /Dezembre do anno de 1788 da Cidade de São Paulo na América Meridional e Oriental por Bento Sanches Dorta	111
4.2.9. Observações dos Satélites de eclipses de Júpiter, feitas em São Paulo com hum Óculo achromatico de 17 polegadas de fóco	113
4.2.10. Observações do anel Saturno do mefmo anno de 1789 e com o mefmo Óculo pequeno de 17 polgadas de foco	115

4.3. Manuscritos encontrados	118
4.3.1. Descrição do Thermometro e redução da sua escala	118
4.3.2. Memoria sobre a produção do frio artificial	120
4.3.3. Eclipses da lua, visíveis em S. Paulo, anunciados e explicados por Bento Sanches Dorta	122
4.3.4. Notícia do astrónomo Bento Sanches de Orta, predizendo os locais de visibilidade do Eclipse do Sol, a ocorrer no dia 22 de Março de 1792	124
4.3.5. Notícia do astrónomo Bento Sanches de Orta, predizendo a passagem do planeta Mercúrio pelo disco do Sol, no dia 5 de Novembro de 1789, na cidade de São Paulo	124
4.3.6. Determinação geográfica da cidade de São Paulo, no anno de 1789	125
4.3.7. Observações feitas no ano 1782, referentes aos eclipses dos satélites de Júpiter	125
4.3.8. Tratado de geometria sobre o papel e sobre o terreno	126
5. Bento Sanches Dorta y la meteorología	130
5.1. Introducción: la meteorología en Portugal en el siglo XVIII y su aplicación en la climatología histórica	131
5.2. Metadata	136
5.3. Instrumentos, unidades de medida y algunos procedimientos	137
5.3.1. Termómetro	140
5.3.2. Barómetro	140
5.3.3. Pluviómetro y vaso evaporatorio	141
5.3.4. Estado del cielo	143
5.3.5. Velocidad del viento	143
5.4. Variables meteorológicas: Descripción del clima en 1780 en Río de Janeiro, antes y ahora.	143
5.4.1. Temperatura	145
5.4.2. Presión	149
5.4.3. Precipitación	154
5.4.4. Viento	157
5.5. Variabilidad estacional e interanual. Características meteorológicas anuales principales.	159
5.6. Resumen del clima en Río de Janeiro en 1780	161
5.7. Eventos extremos	162
5.8. Otros eventos interesantes	164



5.8.1. Nieblas	164
5.8.2. Rayo globular	167
5.8.3. Temblor de tierra	170
5.9. Impacto de las observaciones meteorológicas de Sanches Dorta	171
5.10. Conclusiones sobre los registros meteorológicos	172
6. Bento Sanches Dorta y la astronomía	175
6.1. Introducción: la astronomía en Portugal en el siglo XVIII	176
6.2. Metadata	181
6.3. Instrumentos	184
6.3.1. Cuadrante astronómico	185
6.3.2. Anteosios acromáticos	188
6.3.3. Péndulo de segundos	189
6.4. Análisis de las observaciones	189
6.4.1. Determinación de las coordenadas geográficas del lugar por Bento Sanches Dorta	191
6.4.1.1. Metodología empleada para la determinación de la longitud y la latitud	191
6.4.1.2. El cálculo de la longitud y la latitud de Río de Janeiro y São Paulo por Sanches Dorta	194
6.4.2. Observaciones de los eclipses de Sol	198
6.4.2.1. La observación del Eclipse de Sol del 20 de febrero de 1784 por Bento Sanches Dorta	200
6.4.2.2. La observación del Eclipse de Sol del 9 de febrero de 1785 por Bento Sanches Dorta	203
6.4.3. Observaciones de los Eclipses de Luna	207
6.4.3.1. Consideraciones preliminares	207
6.4.3.2. Los eclipses lunares observados por Bento Sanches Dorta	209
6.4.4. Desaparición de los Anillos de Saturno	215
6.4.5. Auroras australes	218
6.5. Conclusiones sobre los registros astronómicos	220
7. Otras contribuciones científicas de Bento Sanches Dorta	223
8. Conclusiones	227
9. Referencias	234

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Coímbra en el siglo XVIII.	50
Figura 2. Tabla con las distancias aparentes de algunas Estrellas al cenit, en el momento de su cruce por el meridiano, para determinar la altura del polo de Río de Janeiro.	85
Figura 3. Observaciones del mar.	88
Figura 4. Influencia mensual correspondiente a los puntos lunares y declinación mensual de la aguja magnética para el año 1782.	91
Figura 5. Observaciones meteorológicas del mes de julio de 1783.	93
Figura 6. Observaciones de los Eclipses de los satélites de Júpiter para la determinación de la longitud de São Paulo.	98
Figura 7. Ocultación de las estrellas. Mayo 1787.	108
Figura 8. Página impresa en el Tercer volumen de las Memorias de la Academia con las observaciones de Sanches Dorta de los eclipses de los satélites de Júpiter (1789).	114
Figura 9. Registros disponibles en las publicaciones de Sanches Dorta (blanco: no hay datos (12/1783, 01/1784, y 06/1788-10/1788; amarillos: datos mensuales; rojos: datos diarios).	137
Figura 10. Imagen vía satélite de Río de Janeiro: Punto azul: lugar desde el cual Sanches Dorta realizó sus lecturas (BSD); amarillo: estación meteorológica situada en el Aeropuerto de Santos Dumont (SDA), y el rojo muestra la estación del INMET en Río de Janeiro (RJ).	145
Figura 11. Valores de las temperaturas matutinas diarias registradas por Sanches Dorta, convertidas a °C, para 1783–88, junto con el año tipo de temperaturas mínimas calculada a partir de datos modernos (1961–1991).	146
Figura 12. Temperatura media (a), mínima (b) y máxima (c) mensual desde agosto de 1781 hasta junio de 1788, junto a los años tipos calculados ( $\pm\sigma$ y $\pm 2\sigma$ ) a partir de los valores modernos (1961-1991).	147
Figura 13. Calibración de los datos de presión	151
Figura 14. Presiones medias diarias (a), y presiones medias mensuales (b) (ambas corregidas por temperatura y por gravedad, ajustadas, y convertidas a hPa) representadas junto al año tipo de las mismas ( $\pm\sigma$ y $\pm 2\sigma$ ) calculadas a partir de los datos registrados en el Aeropuerto de RJ.	152
Figura 15. Número de días de lluvia a nivel mensual en (1783-88) y (1961-2006): (a) Enero, (b) Febrero, (c) Marzo, (d) Abril, (e) Mayo, (f) Junio, (g) Julio, (h) Agosto, (i) Septiembre, (j) Octubre, (k) Noviembre, (l) Diciembre.	155
Figura 16. Número total de observaciones astronómicas realizadas por el portugués cada año, desde 1781 hasta 1790.	182
Figura 17. Eventos astronómicos visualizados por Sanches Dorta cada año (1781-1790) y el número de registros de cada uno de ellos.	183
Figura 18. Cuadrante de Mr. Sisson (Magalhães, 1779)	186
Figura 19. Cuarto de círculo firmado por Sisson y disponible en el catálogo de instrumentos del Real Observatorio de la Armada española	187

Figura 20. Anotaciones del primer eclipse de Sol observado por Sanches Dorta.	200
Figura 21. Mapa del eclipse de Sol del 20 de Febrero de 1784	201
Figura 22. Detalle del mapa del eclipse de Sol del 20 de febrero de 1784.	202
Figura 23. Descripción del eclipse de Sol del 9 de febrero de 1785 por Bento Sanches Dorta	204
Figura 24. Mapa del eclipse de Sol del 9 de Febrero de 1785.	205
Figura 25. Detalle del mapa del eclipse de Sol del 9 de febrero de 1785	206
Figura 26. Información sobre los eclipses de Luna observados por Sanches Dorta: a) eclipse del 9 de septiembre de 1783; b) eclipse del 7 de marzo de 1784; c) eclipse total del 3 de enero de 1787; d) eclipse total del 28 de abril de 1790.	211
Figura 27. Posición de los astros, simulado mediante cálculo astronómico, tal y como lo vería Sanches Dorta, durante: a) el eclipse de Luna del 9 de septiembre de 1783, b) el eclipse del 6 de marzo de 1784, c) el del 3 de enero de 1787, d) el del 28 de abril de 1790.	214/215
Figura 28. Simulación del Sistema Solar el día 28 de agosto de 1789.	217
Figura 29. Número de auroras boreales al año observada por Sanches Dorta desde 1781 hasta 1788.	219
Figura 30. Localización de algunas fuentes y ríos cuyas aguas fueron analizadas por Sanches Dorta.	226

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Observación de los eclipses de los satélites de Júpiter durante el año 1789	117
Tabla 2. Valores erróneos de la presión	151
Tabla 3. Presiones mensuales máximas y mínimas	154
Tabla 4. Cantidad total de agua de lluvia (mm) en las diferentes estaciones.	156
Tabla 5. Direcciones de vientos predominantes por la mañana y por la tarde (1781-88).	158
Tabla 6.a. Frecuencia porcentual mensual de las direcciones de viento por la mañana	158
Tabla 6.b. Frecuencia porcentual mensual de las direcciones de viento por la tarde	159
Tabla 7. Temperatura (°C) y presión media (hPa), y cantidad de agua de lluvia (mm) en cada estación.	160
Tabla 8. Resumen de la descripción meteorológica de los diferentes años	162
Tabla 9. Coordenadas geográficas de Río de Janeiro calculadas por Sanches Dorta	196
Tabla 10. Coordenadas geográficas de São Paulo calculadas por Sanches Dorta	196
Tabla 11. Coordenadas geográficas de Río de Janeiro y São Paulo calculadas por Sanches Dorta y actuales (“S” representa el Sur, y “W” representa el Oeste).	197
Tabla 12. Valor observado y calculado del inicio del eclipse del 9 de febrero de 1784	203
Tabla 13. Valores observados por Sanches Dorta y calculados por Espenak y Meeus (2009) de las principales características de los cuatro eclipses de Luna vistos por el portugués. (* Posiblemente, en este valor existe un error tipográfico o un descuido del portugués que, en lugar de escribir 11h, puso 10h, lo cual. Comparándolo con el dato actual, observamos que no es correcto).	213



# **1. Introducción**

## **1. Introducción**

Las expediciones realizadas por diversos países europeos han marcado la historia de las ciencias occidentales de los últimos siglos. Y Portugal participó intensamente en este proceso (Leite, 1995). La ciencia portuguesa de los siglos XV y XVI, a través de sus conocimientos en astronomía, cartografía, cosmografía, geografía, náutica y matemática, contribuyó enormemente en el avance la expansión europea y en los descubrimientos.

A comienzos del siglo XV, portugueses y castellanos realizaron múltiples intentos por llegar a Oriente. No obstante, las crecientes dificultades del Imperio Bizantino forzaron a los europeos occidentales a buscar rutas alternativas a Asia. De esta manera, a finales de siglo XV los portugueses ejercían su dominio sobre la costa occidental africana. Simultáneamente, el navegante Cristóbal Colón ofreció a los Reyes Católicos un proyecto para llegar a las Indias siguiendo una ruta hacia el oeste en lugar de bordear todo el continente africano. Así, llegó a una pequeña isla de las Antillas el 12 de octubre de 1492. Desde entonces, también los exploradores lusos estaban navegando por la costa sudamericana. Desde el descubrimiento y la colonización lusa de Brasil este país se convirtió en el lugar con mayor afluencia de inmigrantes portugueses, de ahí al enorme peso que Portugal y sus habitantes tuvieron en este país y, por extensión, en el sur del continente americano.

Realizando una enorme simplificación, Brasil se convirtió en una versión de la civilización europea (o, más concretamente, de la portuguesa) que no encontró en los territorios que descubrió y colonizó una población y una cultura nativa sobre la cual pudiera aplicar su dominio. En este país, el proceso de colonización fue conducido por gran diversidad de portugueses: nobles y cortesanos, aventureros en búsqueda de fortunas, nuevos cristianos que escapaban de la Inquisición, militares...Y entre ellos, científicos.

A pesar de que se han realizado esfuerzos múltiples para desvelar los secretos del proceso de colonización en Brasil en todos sus aspectos, hasta ahora, pocos trabajos han tenido como fin último resaltar la labor, la influencia o, incluso, el rol que los científicos tuvieron en el mismo. Pese a la enorme diversidad científica que se puede encontrar en

el territorio brasileño, un numeroso cuerpo de saberes constituidos y transmitidos a lo largo de la historia, pocos trabajos se han realizado con el fin de estudiarlos. Debemos tener en cuenta que, aunque los fines de la colonización portuguesa en tierras americanas se pueden encuadrar dentro del marco de un sistema mercantilista con fines principalmente económicos (Cardoso et al., 1985), no se pueden olvidar los esfuerzos que de forma individual o colectiva fueron realizados y que sobrepasaron dichos objetivos. No obstante, esta recuperación histórica, esta nueva perspectiva, tampoco es fácil de poner en pie. Ello es debido a que no fueron muchos los que, además de mostrar preocupación por las labores encomendadas, destinaron tiempo a otros oficios. Así, hasta finales del siglo XVIII, la mayoría de los colonizadores portugueses tenían como principal propósito obtener, sustraer de los territorios tropicales, aquello que le pudiera resultar valioso en los mercados europeos. Por lo general, los portugueses exploraban las tierras americanas con la vista puesta en las actividades económicas que por entonces se consideraban viables, como la agroindustria del azúcar (Furtado, 1961).

Aunque es posible encontrar relatos de misionarios con descripciones científicas (ver Godoy, 2002), es sobre todo en los escritos de finales del siglo XVIII en los que se palpa el influjo del espíritu científico predominante, por aquellos entonces, en los pueblos que se encontraban más allá de los Pirineos. En un contexto de mayor profesionalización, las expediciones científicas que pretendían mejorar el conocimiento del Nuevo Mundo fueron progresivamente planeadas con un rigor científico cada vez mayor. Así, cuando la Corona Portuguesa trataba de emprender una expedición, la elección tanto del responsable como de los colonizadores recaía sobre personas formadas, instruidas en diversos temas según la tarea designada.

A finales del siglo XVIII, Portugal emprendió sus mayores expediciones científicas a Brasil durante su período colonial. El proceso de expansión colonial europeo está vinculado a la exploración de los recursos naturales existentes en las colonias. Brasil, por su situación geográfica, poseía condiciones idóneas para el cultivo de vegetales inexistentes en Europa. Estos productos, que ya integraban la lista de elementos básicos de la élite europea, necesitaban ser producidos y comercializados, y más aún, en momentos de crisis. De ahí el enorme interés por mantener y estudiar sus posesiones, y por definir los límites fronterizos.



La primera gran medida oficial para trazar, de manera científica, la cartografía del territorio brasileño, no sólo en el territorio costero si no también en el interior, nació durante el reinado de D. João V. La tarea conocida con el nombre “Missão dos Padres Matemáticos” tenía como objetivo crear un “Nuevo Atlas de Brasil” que solucionara la necesidad urgente de definir los límites con exactitud. Las múltiples negociaciones surgidas a lo largo del siglo XVIII para demarcar las posesiones de portugueses y españoles (véase Cortesão, 1956; Guilherme et al., 2009) desembocaron en una decisión fundamental que permitiría lograr dicho objetivo. Las demarcaciones del Río de la Plata y las del Noroeste fueron durante estos siglos el principal motivo de disputa entre los dos países ibéricos. Tras la muerte de D. José I, se pudo percibir cierto apaciguamiento entre ellos, consiguiéndose la concordia gracias al empeño de la viuda del rey, Dña. Mariana Victoria, hija del rey Felipe V de España y de Isabel de Farnesio. En el Tratado de San Ildefonso se pueden apreciar diferencias con respecto al precedente firmado en 1750. Éstas afectaban principalmente a la zona sur de Brasil (Malaquías, 2003). De esta manera, se acordó que la línea de demarcación debía ser objeto de un ajuste realizado por comisarios habilitados de ambas Coronas. Y para ese fin, toda la frontera que con el proyecto se trataba elaborar debería ser visitada. Naturalmente, la misión suponía un gran esfuerzo económico. Era necesario, además, preparar equipos con la formación técnica necesaria, como pudieran ser ingenieros, astrónomos, cartógrafos, geógrafos, matemáticos y diseñadores, o reclutarlos del exterior.

En el año 1781 el astrónomo y geógrafo portugués Bento Sanches Dorta, junto con el licenciado en matemáticas Francisco Oliveira de Barbosa partieron de Lisboa para Río de Janeiro, en una expedición supervisada por Miguel António Ciera (Carvalho, 1985). Los miembros de la misma tenían como misión realizar estudios geográficos y cartográficos haciendo uso de la ciencia moderna para ello. En concreto, su labor sería delimitar las fronteras españolas de las portuguesas, y determinar las coordenadas geográficas de Río Janeiro. La elaboración de mapas que garantizaran la posesión y la ocupación del territorio colonial era algo fundamental en la época. Los mapas pasaron a ser el principal instrumento de los Estados Absolutistas: con ellos la conquista de los espacios coloniales y la ocupación estaban definidos<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Esta tarea fue también encomendada a la expedición emprendida también a finales del Siglo XVIII por la Corona Portuguesa y conocida con el nombre de "Viagem Filosófica" de Alexandre Rodrigues Ferreira. Para mas información véase Ferreira (1974).

Esta investigación surge como resultado del interés despertado por las obras de Bento Sanches Dorta y publicadas en las Memorias de la Academia de las Ciências de Lisboa. Cuando Sanches Dorta llegó a Río de Janeiro el 1 de Abril de 1781, las dificultades diplomáticas existentes provocaron que estuviera en Río de Janeiro durante siete años sin recibir órdenes definitivas relativas al trabajo que en primera instancia le fue encargado. No obstante, puso todo su empeño en el registro de observaciones meteorológicas y astronómicas. Fijémonos en que Bento Sanches Dorta fue un profesional que, a pesar de sus dificultades como se verá en el tercer apartado, fue instruido en la Universidad de Coimbra en el período posterior a las Reformas Pombalinas. Esto implica que su formación estuviera basada en los principios de la ciencia moderna. De ahí, posiblemente, proviene su interés por ámbitos de la física experimental y sus conocimientos matemáticos.

Siendo consciente de la carencia del tipo de estudios que aquí se plantea, que implican un olvido de la importante labor científica realizado por investigadores como este portugués, se decidió cual sería el objetivo principal de esta tesis de máster. La finalidad de este trabajo no es describir la vida de una persona. El principal fin es tratar de sacar a la luz el esfuerzo realizado por Bento Sanches Dorta como hombre de ciencias. Ignoradas hasta el momento, se trata de desvelar en la medida de lo posible sus contribuciones científicas, sus labores principalmente astronómicas, meteorológicas, y químicas. Se realizará así una contribución a los estudios en Historia de la Ciencia en Portugal y en Brasil tomando como fuente la misma actividad científica de un personaje concreto. Cabe indicar que todas las traducciones que aparecen en este trabajo las he realizado, como autora del mismo, durante su desarrollo.

Vale la pena resaltar que la historiografía, al dejar una laguna en relación a los estudios realizados por Bento Sanches Dorta, está omitiendo un importante capítulo en la historia de las ciencias en Brasil. Hasta ahora, los historiadores de la ciencia han obviado el papel activo desarrollado por algunos científicos portugueses. Naturalistas como João Manson, Martin Francisco o José Vieira Couto (Varela, 2001; Silva, 2002) fueron contratados por el gobierno portugués como parte de las reformas adoptadas de naturaleza Ilustrada. Su labor allí era desarrollar estudios de carácter científico, produciendo a su vez cuadernos de viajes y memorias científicas que en la actualidad

tienen enorme valor para el historiador de la ciencia. Todos ellos, recientemente objetos de estudio, están revelando la importancia que reside en sacar a la luz este tipo de producciones. No obstante, quiero aquí destacar que la situación de Sanches Dorta es distinta a la de los científicos anteriormente mencionados. A diferencia de ellos, este portugués fue contratado para realizar una labor que finalmente no ejecutó. Sin embargo, movido por el espíritu Ilustrado que se gestaba en su contexto, las actividades de carácter científico ocuparon su día a día. Otra discrepancia que podemos aquí señalar es el tipo de producción que Sanches Dorta dejó como legado. No hemos encontrado ningún cuaderno de viaje o memoria de este tipo que tengan su autoría.

Este tipo de estudios sólo puede realizarse partiendo de elementos básicos como su lógica interna o la propia realidad socio-cultural. Comprender a la perfección el contexto que le rodeó, las diferentes situaciones a las cuales tuvo que hacerle frente o las circunstancias que tuvo que sobrepasar es imprescindible para, a su vez, entender y encajar sus escritos encontrados. Por ello, han sido consultadas fuentes que nos han permitido construir el escenario de ambos países, Brasil y Portugal, en la segunda mitad del siglo XVIII, así como el vínculo directo entre los mismos. En consecuencia, serán también objetos de estudio el movimiento Ilustrado en Portugal, las ideas científicas del período, y el desarrollo de los ámbitos científicos en ferviente progreso, como la ciencia experimental y la matemática. En definitiva, para la realización de este trabajo, la reconstrucción del contexto histórico, cultural y científico en el cual estuvieron inmersos tanto el autor como sus obras ha resultado ser fundamental.

Una vez realizada esta contextualización, y para desarrollar la parte fundamental de esta investigación, serán objeto de estudio las obras de Bento Sanches Dorta. En primer lugar, se proporcionará una breve reseña biográfica del científico. Así, a pesar de las dificultades subyacentes a una búsqueda de este tipo, los aspectos más importantes de su vida serán examinados en este trabajo. Íntimamente relacionadas con su desarrollo vital lo estarán sus publicaciones. Con el fin de proporcionar las bases que nos permitan entender su actividad científica, se dará inicialmente una sucinta descripción de sus obras. Posteriormente, mediante el análisis de las creaciones de Bento Sanches Dorta, se llevará a cabo un estudio cuantitativo de las actividades meteorológicas y astronómicas que el mismo realizó en el Brasil colonial a finales del siglo XVIII. Recalco que esta profundización se realizará teniendo presente la crisis general del sistema colonial y las

reformas ejecutadas durante la época. Partiendo pues de estas ideas, se decidió tratar de entablar un diálogo entre sus textos, el análisis científico de sus actividades y el contexto de las mismas.

Todo ello nos permitirá a su vez profundizar en los principios ilustrados, teniendo en cuenta las diferentes vertientes que se desarrollaron de este movimiento. No obstante, si tenemos presente las ideas generales asociadas a la Ilustración, por su actividad científica Sanches Dorta es fiel reflejo de la práctica de la ciencia de este periodo. Empirismo, razón, matemática y utilidad eran la base de su tarea. De acuerdo con Hankins (2002, p. 2):

*“Durante toda la Ilustración, la palabra “razón” fue normalmente destacada con la palabra naturaleza, la otra palabra clave de este período”*

En este período se trataría de crear una nueva ciencia en la cual las leyes de la naturaleza sólo podrían descubrirse a través de la experimentación y la observación, de ahí a que éstas fueran meramente descriptivas. A su vez, estas leyes se hacían explícitas mediante la lengua de las matemáticas (Hankins, 2002).

Se tratará simultáneamente de analizar, como veremos, la escasa influencia que Bento Sanches Dorta ejerció a nivel científico en su alrededor inmediato y lejano, tanto espacial como temporal. Sus publicaciones, registros y estudios fueron y son poco conocidos. A pesar de la valía de su ocupación, del esfuerzo y el empeño que destinó para realizar sus labores, éstas han sido escasamente nombradas, citadas o utilizadas hasta el momento. Quien ya posee alguna información sobre las obras de este portugués y pretenda ampliarla mediante el testimonio de sus contemporáneos, quedará sorprendido al comprobar los pocos resultados que obtendrá tras su pesquisa. No obstante, cabe aquí indicar que Bento Sanches Dorta no está totalmente olvidado. Es en el pasado reciente cuando sus observaciones han comenzado a ser estudiadas con detenimiento. Así se puede observar en Vaquero et al. (2005a), donde se muestra la valía de las observaciones de las manchas solares anotadas por el portugués durante el eclipse de Sol del 9 de febrero de 1785, y en Vaquero y Trigo (2005b), obra en la que son analizadas las medidas de la declinación geomagnética anotadas por el portugués. También se aprecia en Vaquero y Trigo (2006), artículo en el cual se da eco de las auras

australes visualizadas por Sanches Dorta durante los 8 años y su relación con las tormentas solares ocurridas. Por otro lado, Trigo et al. (2010), hacen referencia a los numerosos días nublados que asolaron los años que prosiguieron a la erupción del volcán Laki. Por último, Farrona (2010) ha utilizado las observaciones de Sanches Dorta con el fin de analizar el clima en esta ciudad brasileña. Fijémonos no obstante en que en estas publicaciones se ha llevado a cabo una utilización científica de los datos históricos recopilados por Sanches Dorta. En ellos se ha realizado un importante aporte a la historia de la ciencia, la cual para entenderla, comprenderla en su totalidad se ve necesitada en primer lugar de un examen profundo de los propios datos, las observaciones. Sólo de esta forma se puede entender a posteriori qué tipo de ciencia se hacía, qué influencias tenían las ideas del momento sobre el autor, que repercusión ejerció el mismo en su propio contexto. En todo ello se profundizará con posterioridad.

Sanches Dorta, hombre de ciencias del siglo XVIII, por su persistente y provechosa actividad científica, merece que los eruditos de la cultura portuguesa se ocupen de él apreciando su personalidad, su vida y las obras que realizó. Tanto su dominio científico teórico como la realización de proyectos prácticos para la sociedad de su tiempo son reflejados en sus obras. La búsqueda a la que se ha procedido durante toda esta investigación en los archivos más accesibles, me permitieron reunir información hasta el momento desconocida sobre este científico. Uniendo ésta con la ya disponible para el dominio público, se posibilitó, aunque aún con algunas lagunas, el delineamiento de su vida, de su actividad científica. En definitiva, de la trayectoria trazada por este difusor de las ideas ilustradas.

## **2. La ciencia del siglo XVIII en la metrópolis portuguesa y la colonia brasileña**

## **2. La ciencia del siglo XVIII en la metrópolis portuguesa y la colonia brasileña**

### **2.1. Un breve paréntesis en la historiografía de la ciencia**

Referirse a la historia de la ciencia de cualquier lugar no es en absoluto sencillo. Tratar de escribir de forma reducida, esquemática, los aspectos científicos más importantes desarrollados en un contexto basándose en fuentes secundarias es una labor que entraña bastante complejidad. Esta tarea implica no sólo una lectura y síntesis de lo descubierto tras la misma. También supone realizar un análisis crítico de todo ello.

Como futura historiadora de la ciencia, estimo necesario además de mostrar un cúmulo de datos históricos relacionados entre sí, ir más allá, ahondar en no sólo lo escrito, si no en la ciencia de lo escrito, en la historiografía de la ciencia. Por ello, considero fundamental que, para tratar de entender el desarrollo de las actividades científicas en Brasil situándonos aún en el periodo colonial, y de Portugal en la segunda mitad del siglo XVIII, se parta de algunas consideraciones que versen acerca de cómo estas cuestiones han sido y son estudiadas desde una perspectiva historiográfica. Fijémonos que ambos contextos, desde un punto de vista historiográfico, han sido y son en la actualidad bastante problemáticos. Las visiones que se han dado del desarrollo científico de la América colonial han estado muy distorsionadas hasta el período reciente, cuando se han comenzado a realizar enormes esfuerzos para reflejar otra postura al respecto. Por otro lado, el desarrollo científico que desde un punto de vista histórico se dio en Portugal desde principios del siglo XVIII ha estado condicionado por la acción de un personaje bastante influyente, el conocido como Marqués de Pombal, entorno al cual y a sus acciones han surgido muchas voces discrepantes.

En estas líneas, no se tratará de analizar el proceso histórico desde una perspectiva de total idealismo o realismo. Consiste en buscar la diferencia entre el pasado y nuestra visión del mundo, teniendo siempre en cuenta que está condicionada por las particularidades del tiempo presente. Esforzándonos en comprender la visión del mundo del pasado, será posible tener una perspectiva abierta, comprensiva con nosotros mismos y con el mundo que nos rodea (Baumer, 1977). El historiador no debe trasladarse al pasado con las ideas de hoy. No debe intentar encontrar allí una

justificación o explicación del presente. Tiene que entender el pasado en su propio contexto.

Además de considerar aspectos internos, la historiografía de la ciencia ha tenido en gran consideración los contextos externos, sean los culturales, los sociales, los económicos o los políticos. Quizás ello, pueda explicar la perspectiva eurocéntrica que ha teñido multitud de obras que han versado sobre la historia de la ciencia en la América colonial. Es decir, la óptica predominante en los escritos sobre este asunto buscaba la confluencia a toda costa en el continente de la misma ciencia que en Europa se practicaba. Ello entrañaría una falsa realidad, impediría que se divisara su ciencia propia en pro y base de una búsqueda ficticia (Saldaña, 1993). Sin embargo, cabe indicar que muchos historiadores de la ciencia latinoamericanos (véase Azevedo, 1943 y 1955) seguían esta tendencia dejando en herencia una historia de la ciencia en la cual no conseguían resaltar la actividad científica realizada en el continente, si no que buscaban encontrar en el territorio brasileño una ciencia similar a la practicada en Europa. De ahí a que, a excepción de labores individuales, se concluyera que hasta en el siglo XIX Brasil se podría caracterizar por su inmenso vacío científico:

*“En todo el período colonial, desde el descubrimiento hasta la llegada de D. João VI a Brasil, no se registró de hecho una historia de nuestra cultura, si no manifestaciones esporádicas y aisladas, - de extranjeros que, aprovechando la oportunidad de permanecer en la Colonia, tomaran a los habitantes y a las riquezas naturales del país como objeto para sus estudios, y de algunas figuras brasileñas excepcionales que vivieron fuera del país y se dedicaran en la Metrópoli y más tarde en la Colonia a actividades científicas...”* (Azevedo, 1943, p. 206)

Teniendo en cuenta esta perspectiva, era pues fundamental la creación de instrumentos teóricos y metodológicos adaptados al contexto latinoamericano. Sólo de esta forma, la ciencia ya no sólo en Brasil, si no en el continente, podría ser realmente “descubierta” (Saldaña, 1993). Debemos olvidar la idea que considera las sociedades coloniales como mero reflejo de las respectivas metrópolis, y estimar, como Falcon (1989, p. 87) esclarece,



*“La colonia y sus grupos sociales como agentes históricos plenos, superando así los caminos fáciles de las concepciones mecánicas, de las influencias auto-explicables, de la recepción pasiva y el reflejo de ideologías "provenientes del exterior”.*

Con este objetivo, partiendo de la idea de la *Sociedade Latino Americana da História da Ciência e da Tecnologia*, desde los años 80 se inició la búsqueda incesante de la historia de la ciencia de estas naciones, o afinando más aún, su nueva versión. A partir de aquí, el concepto de ciencia universal pasaría a ser seriamente cuestionado por su relación tan estrecha, por no decir semejanza, con la ciencia practicada en Europa.

De esta forma, la historiografía de la ciencia reciente en América Latina ha pasado a afirmar la existencia de una tradición científica en esta región. Por ello, los recientes trabajos historiográficos buscan una ruptura con esta práctica metodológica que impregna el área. Así, las sociedades latino-americanas dejarían de ser vistas como simple receptoras de la ciencia producida en Europa. Ellas también podrían ser productoras de conocimiento científico. Ha sido pues superada esta ideología europea, se han analizado las prácticas científicas tal y como ellas fueran realizadas en su contexto espacio-temporal específico. La ciencia en el continente sólo sería divisada por la historiografía latino-americana si, partiendo de estas ideas, fueran utilizados los instrumentos teóricos y metodológicos propios que no distorsionasen o impidiesen ver la realidad. Como Lafuente y Catala (1989, pp. 389) señalan, no se puede ignorar la historia científica propia de América Latina, pues:

*“Se trata de una historia que atañe a la propia cultura e identidad de los países de la región, pues la ciencia en ellos desarrollada, de valor innegable, produjo una interacción con el medio social, y es explicado por éste.”*

Luego, al considerar la existencia de una producción científica en esta parte del globo, la ciencia comenzaría a ser vista como una actividad social, sujeta a su contexto.

La nueva perspectiva metodológica trataría de analizar el proceso de institucionalización de las ciencias en Brasil en el período anterior a la de la creación de las instituciones universitarias, es decir, previo al siglo XIX. Para ello fue necesario

alejarse de la perspectiva hasta entonces predominante, de esa práctica historiográfica, para enfatizar las producciones locales de los saberes científicos, dentro de sus respectivos contextos sociales, culturales y políticos. Acerca de este proceso, podemos hacer mención a las ideas de Lopes (2001, pp. 49):

*“Acompañando las tendencias mas actuales de los trabajos teóricos y empíricos en el ámbito de los estudios sociales de la ciencia, comenzamos también, alguno de nosotros en Brasil, a inclinarnos hacia las localidades físicas del saber científico, dejando de privilegiar la grandes narrativas, que al desviar la atención del lugar, por convertir las ciencias independientes de cualquier contexto local, habían transformado la localidad en formas culturales inferiores. Examinando este panorama, tuvimos, en Brasil, la posibilidad de investigar la proposición de que las ciencias son creada en lugares específicos y forman de manera discernible los identificativos de esos lugares de producción.”*

A pesar del reconocimiento, aún queda mucho trabajo por hacer. Muchos trabajos hasta ahora han reducido la Ilustración Brasileña o Portuguesa del siglo XVIII a un enfoque en el cual las connotaciones político-económicas del proceso son priorizadas, olvidando la producción científico-cultural del periodo. De esta forma, el intento del Imperio portugués por adherirse a la ciencia moderna queda reducido al utilitarismo, al pragmatismo... Y todo ello contribuye al auge de la idea de retraso en la ciencia portuguesa, y con ello a la inviabilidad de participar en Brasil de las ciencias europeas de la época (Lopes y Figueirôa, 2003).

No obstante, también otros muchos trabajos en Historia de la Ciencia han mostrado que, desde el siglo XVII, existe una diversidad de prácticas científicas en el territorio colonial. Cabe citar aquí a Camenietzki (1995), quien comprueba la existencia de producción científica en las colonias lusas del siglo XVII. Las obras de los jesuitas Antônio Vieira y Valentim Stansel, le sirven al autor para demostrar cómo ambos trataron temas filosóficos y teológicos de gran interés en el entorno cultural europeo de entonces. Considerando pues la ciencia no como una práctica universal si no como “actividades científicas” realizadas en un momento y en un lugar concreto, surgieron multitud de trabajos entorno al desarrollo de la ciencia brasileña. Entre ellos podemos destacar Ferraz (1995), Ferraz y Figueirôa (1995), Marques (1998). Otro autor que

enfatisa la necesidad de adoptar una postura metodológica en la lectura de los textos atendiendo completamente a su contexto es Roger Chartier. Según este autor (Chartier, 1990, p. 36):

*“los textos o las palabras no son totalmente eficaces y radicalmente aculturantes”,*

de ahí a esta exigencia. Esta postura permite observar cómo un científico hace uso de determinadas ideas y prácticas científicas.

También podemos mencionar aquí a Gesteira (2001). En el análisis que realiza sobre las obras de los naturalistas Guilherme Piso y Georg Marcgraf, muestra cómo los textos de estos científicos muestran la producción del conocimiento sobre la flora y la fauna local de la colonia y sus características. Por otro lado, Pedroza (2003) investiga sobre las primeras academias surgidas en la América portuguesa, como la *Academia Brasílica dos Esquecidos* (1742). Consigue demostrar que en las primeras academias coloniales no sólo se trataban temas literarios, si no que también eran comentados temas de Historia Natural. Otros autores que podemos aquí destacar en este aspecto son Sanjad (2001), Varela (2001), Pinheiro (2002), Kury (1990), Edler (1992), y Ferreira (1996).

Por otro lado, para la elaboración de esta investigación es importante tener en cuenta el consenso que durante un largo período han parecido tener los historiadores con respecto a la historia de la educación tanto en la Colonia como en Portugal, dividiéndola prácticamente en dos periodos: antes y después de la expulsión de los jesuitas en el año 1759. Esta escisión ha implicado la presentación distorsinada tanto de la imagen de la implicación de los jesuitas como de Sebastião José de Carvalho e Melo, posteriormente conocido como conde de Oeiras y Marquês de Pombal, en todo el proceso. Por un lado, los jesuitas han sido caracterizados por su actitud oscurantista, mientras que el ministro ha sido destacado por sus ilusiones reformistas, por sus deseos de renovación a pesar de que también se resalte el carácter despótico que caracterizó a su gobierno. No obstante, coincidiendo con Villalta (2002):

*“Estas imágenes parecen esconder una complejidad y contradicciones que no respeta la dicotomía jesuitas-reformistas: esto es, ni los jesuitas fueron*

*oscurantistas como se decía, ni los Reformistas Ilustrados fueron tan reformadores*". (Villalta, 2002, p. 127)

En esta sección no se trata de cuestionar estas ideas, pero si de realizar un estudio lo más crítico posible al respecto.

El interés por el análisis de las obras, memorias, etc., producidas por los aquellos científicos que fueron a América enviados, se justifica, entre otros muchos motivos, por el hecho de que éstas son testimonio directo, comprobante de la existencia de producción científica tanto en su territorio de origen como en el de destino. Mediante el análisis de estas producciones, se aprecia la concepción de "ciencia" que estos adquirieron tras su formación, su postura teórico-metodológica, cómo influía en ellos las teorías científicas modernas, y cómo posteriormente las llegaron a aplicar en su contexto local. Son piezas de gran importancia para la comprensión y el conocimiento del proceso de institucionalización de las ciencias en Portugal y en la América de colonización lusitana.

Los textos científicos producidos por Bento Sanches Dorta serán analizados teniendo en consideración el contexto científico-cultural en el que fueron elaborados. Al hacer una lectura contextualizada de los textos, podremos percibir cuáles eran las cuestiones que el portugués formulaba, los argumentos que presentaba, hasta qué punto aceptaba, se apropiaba, contestaba, ignoraba, las ideas predominantes en aquel momento en el debate científico de la época y, sobre todo, en el campo de la meteorología y la astronomía. Por otro lado, las reflexiones de Figueirôa (2001) también serán tenidas en cuenta en cuanto a la construcción de la biografía se refiere. A pesar de tener escasa información sobre la vida de Sanches Dorta debemos de considerar la perspectiva que plantea esta autora. Figueirôa (2001) consideró fundamental para la construcción de la biografía de un determinado personaje la reconstrucción del contexto histórico de producción y legitimación del conocimiento científico creado por el individuo en estudio. No se debe procurar una inmersión del personaje en una cronología ordenada, así como tampoco se debe buscar la transformación del individuo en un genio, en un mito.

## 2.2. Una breve contextualización

La ciencia moderna ya había sido sintetizada y formulada en el lenguaje matemático en el siglo XVIII, principalmente en la obra de Newton. El conocimiento comenzaba a tomar una forma diferente que fue progresivamente divulgada por los enciclopedistas. Lejos quedaba la concepción de un espacio jerarquizado, dividido entre lo divino y lo terreno, arrollando incluso a la jerarquía social que dominó durante el período medieval. Los científicos tenían que encontrar las verdades del mundo, descubrir su funcionamiento. Y a partir de aquí, dominar la naturaleza a favor del hombre. Se extendería la concepción según la cual la dominación de la naturaleza mediante la ciencia permitiría que el hombre planeara su futuro. La matemática era la vía propuesta para alcanzar el conocimiento verdadero. Poco a poco se le fue dando mayor valor a la naturaleza racional del ser humano. Y así, progresivamente llegó a admitirse que el uso lógico de los recursos que la naturaleza pone a nuestro alcance, ofrecería la posibilidad de solucionar los problemas de la humanidad (Hankins, 2002).

La investigación científica prosperó en los países europeos desde la conocida Revolución Científica. No obstante, no sería hasta el siglo XVIII cuando se institucionalizó en las Universidades. Oxford, Cambridge y las universidades de París atribuían un papel secundario a la ciencia empírica. Su desarrollo no alcanzaría el ámbito universitario hasta el siglo XIX, cuando quedó establecida una conexión íntima entre ciencia e institución. Sin embargo, en espacios como la *Royal Society* inglesa ocupaban un papel privilegiado. Así, la ciencia experimental fue conquistando gradualmente la ciencia europea. Poco a poco pasaría a ser considerada como el mejor camino para una filosofía más precisa, permitiendo una mejor comprensión del hombre, de la naturaleza, de la sociedad. Estaría pues, acompañada de una visión del mundo que implicaba y mostraba una nueva forma de pensar, el mejor camino para una filosofía más correcta, una mejor y profunda comprensión. No obstante, hasta entonces, los estudios tradicionales (formación en derecho, medicina, y teología) habían relegado a un segundo plano la ciencia empírica. Fue a través del surgimiento de nuevas instituciones científicas, y su desarrollo que, el conocimiento práctico y aplicado se puso al servicio de las élites y surgieron movimientos por la lucha contra la cultura tradicional universitaria fuertemente aferrada. A mediados del siglo XVIII, Francia se

convirtió en el centro de la ciencia internacional, gestándose aquí la importante ideología científica, la Ilustración (Hankins, 2002).

Dejando a un lado aspectos científicos y volcando nuestra mirada en Portugal, la crisis del sistema colonial cubre todo el período en el cual se encuadra este trabajo, fundamentalmente la segunda mitad del siglo XVIII. Se conocía con el nombre de América Portuguesa a un espacio geopolítico que carecía de unidad. La idea de la existencia de varios “brasiles” puede quizás representar, según Calazans (2004), de manera más adecuada esta enorme pluralidad en la Colonia. Las grandes distancias geográficas, la precariedad y escasez de vías de comunicación y medios de transporte favorecieron la creación de diversos núcleos políticos, económicos y culturales.

Esta crisis presente durante un amplio intervalo temporal, que daría lugar a cambios sustanciales en las relaciones entre la metrópolis portuguesa y la colonia brasileña, se caracteriza, ante todo, por la realización por parte de Portugal de un profundo esfuerzo por el mantenimiento del acuerdo con la colonia, a pesar de los problemas que a nivel interno, que su propia escisión, como se ha mencionado, podrían causar (Novais, 1995).

La recesión, que asolaba la totalidad del sistema colonial y su amplio espacio territorial, tuvo enormes repercusiones sobre todo el territorio luso. En ese momento, Portugal estaba sumido en un atraso económico acusado. A diferencia de otros estados europeos, el desarrollo de Portugal no se correspondía con su condición de potencia colonial. De ahí que situaciones de gran tensión, como la vivida en 1776 con la independencia de las colonias inglesas de América del Norte o la Revolución Francesa en 1789, tuvieran peores consecuencias en el mismo. Desde la Restauración con España en 1640, los tratados firmados entre Portugal e Inglaterra le otorgaban un mayor privilegio y poder a la segunda potencia. Ejemplo de ello es el Tratado de Methuen firmado en 1703 (véase Sodré, 1817). Portugal se convirtió en un mercado fundamental para los productos ingleses. Así muchas riquezas obtenidas de la colonia brasileña, principalmente oro y diamantes, fueron drenadas para aquella potencia, lo cual propició el desarrollo industrial inglés. No obstante, a su vez, el déficit económico en la metrópolis alcanzaba una enorme cuantía.

Con el objetivo de hacer frente a esta situación, en Portugal se vieron en la obligación de tomar una serie de medidas. Estas reformas afectaron principalmente a aquellos sectores considerados como los pilares de la economía: comercio, agricultura e industria. No obstante, otros sectores importantes para el desarrollo portugués, como el ámbito de la educación, también se vería afectado. El seno de este movimiento reformista estaría condicionado por los principios Ilustrados que caracterizaron el siglo XVIII europeo (Villalta, 2002). Este espacio cultural europeo no representó una totalidad homogénea. Ni en el interior mismo de esta corriente se puede encontrar una actitud de uniformidad intelectual. No obstante, a pesar de esta heterogeneidad, todas las líneas de pensamiento tenían en común la consciencia, a la par que necesidad, de cambio, entendiendo esta mudanza como un fenómeno positivo para la vida del hombre y para la historia. A partir de una nueva concepción de tiempo, abierto y simultáneamente lineal, la idea de progreso adquiriría progresivamente una forma más definida: éste sólo se alcanzarían mediante la institucionalización de las ciencias modernas, la razón y la práctica científica (Falcon, 1993; Novais, 1995). El papel de la Razón en el siglo de las Luces era fundamental. Su valor alcanzaba tal punto que se era estimada como la única vía capaz de revelar la verdad (Hazard, 1989).

De esta forma, y a pesar de su presencia en muchos períodos de la historia, la idea de progreso alcanzó su cenit en Occidente durante un amplio período que abarca desde 1750 a 1900 (Nisbet, 1985). Según este autor, la idea de progreso dominó en aquella época. A pesar de la creciente importancia que le fue concedido a principios como la igualdad, la justicia social y la soberanía del pueblo, la concepción de prosperidad predominaba. De esta manera, todas ellas quedaban insertadas en su contexto, el de progreso, siendo inevitable su eventual realización. La confianza en el avance, principalmente de las artes y de las ciencias, fue percibida como ley universal de la historia de la humanidad. Por ello, fue considerado que como consecuencia, se alcanzaría en un futuro no muy lejano una “Edad de Oro de la Tierra”. Fue este lema el que caracterizó el pensamiento occidental durante esos 150 años, y que consecuentemente, repercutió en la propia ilustración portuguesa.

De acuerdo con los principios de la Ilustración, la vida se tornaría bella sólo a través de la ciencia (Hazard, 1989). Ello implicaba la atribución de un peso, de una enorme relevancia, a la educación. La instrucción, la cultura, se convirtió en el camino y el

principal instrumento que permitiría a la Razón cumplir su papel. Un aspecto importante a considerar es la escisión que los Ilustrados hicieron entre ciencia y política, y fe. Según esta idea, la retirada de poder de manos de la Iglesia Católica, tanto en el ámbito político como en el de la educación, era un proceso necesario. Ahora bien, las divergencias existentes con la Iglesia no denotaba o representaba un ideal anti-religioso. Mas bien quería evidenciar una preocupación por establecer límites y papeles tanto para la Iglesia, cuya implicación se vería restringida a la esfera espiritual, como para el Estado, el cual debería tener poder y capacidad para tomar decisiones políticas y administrativas.

Así, durante la Ilustración, el movimiento filosófico emergente en la Europa en el siglo XVIII, en oposición a las ideas de la Iglesia Católica, que otorgaba a la religión toda potestad, el uso de la razón fue defendido como única forma de conocimiento<sup>2</sup>. Los países Ibéricos, y Portugal con más prominencias, eran receptores del movimiento irradiado por otras naciones. Esto no significa que la versión del movimiento en este país fuera un mero reflejo. Como Falcon (1993, p. 197) afirmaba, lo que en Portugal se experimentó fue:

*“... [una] reinterpretación del discurso ilustrado en función de las condiciones concretas allí existentes”.*

La influencia italiana tuvo gran peso en el desarrollo de la Ilustración en Portugal. Brigola (2003) propone la concepción de que fue D. João V durante el período de su reinado (1706-1750), el que ya inició el proceso de recepción y divulgación de las corrientes del pensamiento moderno científico. De esta forma, el ministro Josefino, el Marqués de Pombal, aceleraría el movimiento que ya el Rey habría iniciado.

Previamente a su toma de cargo en el año 1750, Pombal había evaluado la precaria situación económica del país, así como de las razones que la habían provocado. La privilegiada posición que tuvo en Londres, donde fue representante del rey de Portugal desde 1739 hasta 1744 le permitieron comprender las razones de la hegemonía

---

<sup>2</sup> Cabe aquí indicar que autores como Falcon (1993), advierten de que el término “Ilustración” ha sido acuñado a lo largo del tiempo, y principalmente en el siglo XIX, consecuentemente, en un período posterior a los acontecimientos del siglo XVIII. De ahí a que se deduzca que no es seguro afirmar que los pensadores de aquella época se denominasen ilustrados.



británica, las formas de organización y acción de los ingleses, y el peligro que para los intereses portugueses ello representaba (Mota et al., 2009). Según el nuevo ministro, las dificultades a las que tuvo que hacer frente Portugal tras la Restauración (1640) y el rápido desarrollo de Inglaterra, que aprovechó el estado precario de Portugal para colocar el reino en su esfera de dominio económico, fueron las razones que provocaron que el país luso se encontrara en esa pésima situación. Además de ello, Pombal era consciente de que Brasil, en aquel momento, era la posesión más importante del país.

El poder que llegó a concentrar el conde de Oeiras fue enorme. De acuerdo con Mota et al. (2009), el intento de asesinato del rey José I le dio a Pombal el pretexto necesario para someter a la alta nobleza del reino, de manera que ésta fue apartada de los asuntos de Estado. A su vez, el ministro aprovechó las sospechas de la participación en el intento de un jesuita para hacerle frente al poder que desde la restauración de la monarquía portuguesa en 1640 había ejercido la Compañía de Jesús.

Todas las medidas adoptadas por Pombal estaban encaminadas a revitalizar la política de monopolios mercantilistas con un riguroso control de la administración, del presupuesto, de la policía y de la Justicia (Mota et al., 2009). Incitar el comercio aumentaría la renta de la Corona. La disminución del déficit permitiría una mayor independencia económica de Portugal con respecto a Inglaterra (Mansuy, 1997). A pesar de que Portugal poseía colonias africanas y asiáticas, la relevancia de éstas para la mejora de la economía del Estado portugués era muy pequeña comparada con la de Brasil. Además de abastecer de gran cantidad de materia prima al país luso, también se convirtió en un gran consumidor de sus productos. Por este motivo, un objetivo principal fue controlar totalmente los productos más representativos en el sistema comercial existente entre Portugal y Brasil. Entre otras medidas tomadas para dominar la producción y los precios de los productos, tanto en la metrópolis como en Brasil, fueron creadas compañías de comercio. Así, en Río de Janeiro, Bahía y Pará se constituyeron “Casas de Inspectorías”. Otra táctica a la que Pombal recurrió para asegurar su control sobre las colonias, así como el dominio y la soberanía efectiva en toda la región amazónica, fue tratar de establecer una auténtica población, súbditos del rey de Portugal (Azeredo, 2003).

Los cambios en la enseñanza básica y la Reforma de la Universidad de Coimbra tuvieron también grandes repercusiones<sup>3</sup>. De acuerdo con Pita (1996), la influencia de Pombal afectó a este sector como a ningún otro:

*“Si la acción reformista de Marqués de Pombal se hizo sentir con mayor o menor intensidad por toda la sociedad portuguesa, la enseñanza, fue sin duda una de las áreas donde Pombal impulsó como más profundidad las directrices renovadoras”*  
(Pita, 1996, p. 40)

Posteriormente serán motivo de análisis este tipo de afirmaciones. Así, comprobaremos como existen enormes discrepancias al respecto. A modo de ejemplo podemos citar a Araújo (2000), que en contraposición a la idea anteriormente expuesta indica que, a pesar de la profunda remoldación curricular que fue practicada sobre la Universidad, ésta continuó aislada *“a las grandes conquistas intelectuales del siglo: la tolerancia, la libertad de pensamiento y el enciclopedismo filosófico”* (Araújo, 2000, p. 4).

Con la muerte de D. José, en 1777, Pombal no consiguió mantenerse en el poder. El ministro, mientras ejerció su influencia, fue implacable con la oposición a su gobierno por lo que todos aquellos sectores de la sociedad que no concordaban con su actuación o que se sintieron perjudicados de alguna manera no pudieron manifestarse durante su gobierno. Por ello, la presencia de una oposición visible tras la muerte del Rey, dio lugar a una situación insostenible para Pombal (Maxwell, 1996). No obstante, de acuerdo con Novais (1995), los fenómenos consecuentes a la defunción de Don José I como la salida de Pombal del poder, en lugar de provocar un fenómeno de ruptura, posibilitaron una mayor integración de Portugal en las líneas del reformismo ilustrado.

El período de reinado de Dña. María I, tras la muerte del rey, es contemplada como una expresión de una doble manera de concebir la política (Curto, 1999). Por un lado, se percibe un ideal fundamentado en la reforma del dominio fiscal, militar y de la administración de la justicia del Estado. Por otro, una concepción característica de las sociedades del Antiguo Régimen, basada en la donación de propinas para la formación de lazos personales o de clientes. Se entabló así un fuerte vínculo entre las competencias técnicas y las relaciones de confianza, excluyendo de esta manera a amplios sectores de

---

<sup>3</sup> Se profundizará en ello en las siguientes secciones.

la población de su participación en el mundo político. Las ideas pombalinas acerca del reconocimiento del importante papel brasileño fueron fuertemente potenciadas y asimiladas, llegando hasta el reinado de Dña. María I. Por ello, uno de los principales propósitos siguió siendo promover el desarrollo de la colonia.

En el plano de reformas de D. Rodrigo Sousa Coutinho, ministro que ocuparía el cargo de Pombal, también se tuvo en gran consideración el hecho de que Brasil era la posesión portuguesa más importante del momento. De esta forma, el ministro trató de reforzar la idea de un Imperio luso-brasileño, partiendo de que Brasil era parte de una potencia que debería estar unido e integrado al reino portugués. Para D. Rodrigo, la idea de integrar en un enorme imperio todas las posesiones portuguesas se convertiría en su mayor empeño. Brasil llegó a ser así el centro de las políticas reformistas, de ahí a la urgencia por conocer todas sus potencialidades, de delimitar a la perfección su territorio, de investigar de manera sólida, con base científica, sus características naturales.

### **2.3. Expediciones científicas**

Los viajes tanto de descubrimiento como de reconocimiento y estudio de aquellos territorios anteriormente desconocidos pueden considerarse símbolos de las transformaciones de la modernidad, del abandono definitivo del mundo medieval. Con ellos, el concepto de espacio sufrió una transformación sin precedentes. Al lanzarse al mar, el hombre amplió sus horizontes y así se destapó ante el mundo, hasta el momento cerrado, finito, jerarquizado. Pasó a ser una entidad descubierta, sin límites, abierta. También cambió la idea de tiempo; dejaría de ser cíclico, un espacio en el cual las permutaciones no tenían cabida, y se convertiría en un tiempo abierto, un futuro expuesto a transformaciones, al movimiento. En definitiva, los grandes viajes realizados desde finales del siglo XVI permitieron y fueron la base de la nueva concepción moderna sobre el mundo, la naturaleza, el lugar del hombre, del mismo Dios, de la sociedad, la política y la economía.

El conocimiento hizo posible que, cualquier hombre, independientemente de su situación social, pudiera alterar dicho estatus, y verse a sí mismo capacitado para

modificar la naturaleza a su gusto y necesidad. Ello muestra el valor que progresivamente fue ganando el conocimiento. De esta forma, profesionales de las ciencias, sobre todo de las ciencias de la naturaleza, hasta entonces ignorados, pasaron a ser reconocidos.

En las colonias americanas, la llegada y asimilación de ideas científicas fue un largo proceso. Los primeros europeos que exploraron los territorios desconocidos fueron los misioneros cristianos. Con el objetivo de cristianizar la población, los religiosos desembarcaban en el Nuevo Mundo. En general, tenían estudios formales, adquiridos en colegios y seminarios. Era gracias a ellos que además de comprometerse con sus fines religiosos, realizaban exploraciones científicas. De esta forma, en el siglo XVIII se encontraban en gran parte de la geografía mundial. A partir de este siglo, esta presencia religiosa se vería disminuida (recordemos hechos como la expulsión de los jesuitas), iniciando de esta forma un proceso de secularización de la ciencia y el saber. Nuevos exploradores ocuparían su lugar.

Durante mucho tiempo no hubo profesionales formados para encomendar tal labor. Además de religiosos, otras personas como oficiales del ejército, botánicos o astrónomos, cazadores de tesoros, médicos, oficiales de la marina, ingenieros... decidían optar por una experiencia de este tipo. Todos ellos contribuyeron con su legado en la mejora del conocimiento de la colonia. No obstante, durante los siglos XVI, XVII, e incluso principios del XVIII, el esfuerzo realizado por parte de estos misionarios fue poco reconocido o apoyado por el gobierno brasileño. Siendo el interés principal explorar al máximo la Colonia en beneficio de la metrópolis, el espíritu investigador y, con ello, el consecuente desarrollo de las ciencias experimentales fue poco acusado (Godoy, 2002). Fijémonos, no obstante, en que hay que reconocer la importante labor geográfica y cartográfica que, ya en el siglo XVI, algunos jesuitas, como el portugués Diogo Soares, y el italiano Domenico Capassi realizaron (Domingues, 2010).

Progresivamente, la presencia designada de especialistas en expediciones fue en aumento. La obtención de datos era cada vez más ineludible por lo que se hacía necesaria una formación preliminar. Se precisaba de personal apto para proceder a una acumulación metódica de registros de diversa índole, botánicos, astronómicos, etc., así como para evaluar los recursos de la región explorada.

Principalmente fue a finales del siglo XVIII que los científicos más cualificados de Europa emigraron a América. Domingues (2010) reflexiona acerca de quiénes fueron los viajeros enviados al Atlántico Sur y a Brasil. Indica que ellos se caracterizaron por su multiplicidad y variedad de formación, profesión e interés: soldados, hombres de ciencia y mar, militares y diplomáticos, hombres de negocios, y marineros, etc. Por aquel entonces, las relaciones entre los descubrimientos y el dominio del mundo ya no eran tan simples como en el Renacimiento, cuando se iniciaron las expediciones europeas. Ya no sólo los intereses personales y nacionales, los objetivos políticos, comerciales, estratégicos, movían este tipo de viajes: también los científicos.

Las mayores potencias europeas, unas por el ansia de poder como Inglaterra u Holanda, y otras por la necesidad de estimular el comercio del propio país, de salir de su situación anclada, como Portugal, promovieron una gran cantidad de expediciones para estudiar y redescubrir los territorios americanos. Estas monarquías europeas eran conscientes del valor que se le debería asociar a los trabajos científicos: era de extrema urgencia reconocer e incrementar el conocimiento sobre las fuentes terrestres así como sobre las rutas marítimas. Esta mentalidad dio lugar a que a finales del siglo XVIII científicos de diversas disciplinas visitaran el continente americano. De esta manera, instruidos europeos por orden del rey, motivados por razones económicas, o por iniciativa personal, llegaron al Nuevo Mundo.

La ciencia llegó a ser un instrumento esencial en la expansión imperial de la Ilustración, se le dio un papel protagonista en el proyecto político del movimiento científico. El siglo de las Luces, al traer consigo una nueva concepción de ciencia, una exaltación del razonamiento, lanzó las bases para la exploración científica (Medeiros, 2006). Estudios astronómicos e hidrográficos, científicos en general, así como el avance instrumental fueron necesarios para asegurar las correctas prácticas de navegación, la demarcación del continente, de las fronteras entre países y, con ello, las actividades comerciales. También hay aquí que mencionar el papel de los extranjeros docentes en la Universidad de Coimbra y en las academias militares, que a partir del vínculo científico que establecieron con otros interesados, llegaron a tener un conocimiento más actualizado del territorio brasileño (Domingues, 2010). No obstante, eran los primeros, los motivos económicos, los que principalmente potenciaban este tipo de empresas.

En este ambiente, en el que los conocimientos prácticos, útiles, resultaban fundamentales, el papel de los viajeros naturalistas fue muy importante. Los trabajos científicos realizados mostraban una enorme preocupación por reconocer, identificar, describir y clasificar sistemáticamente las especies vegetales, animales, en definitiva, recursos naturales encontrados, y que tan dispares eran de los europeos. Recordemos la importancia dada a la experiencia y la observación: leer ciencia significaba tener acceso a la naturaleza (Domingues, 2010). A su vez, el análisis sobre el clima o las condiciones de vida de los colonos fueron potenciadas. Las condiciones climáticas del Hemisferio Sur eran ideales para el cultivo de vegetales y el desarrollo de otras sustancias. Siendo conocedores de ello, los europeos debían tratar de indagar lo máximo posible en el asunto, de extraer la mayor rentabilidad factible, de alcanzar un mejor conocimiento sobre el Nuevo Mundo y sus características primordiales. Por ello, sólo los instruidos en el tema fueron los enviados a realizar esta labor de reconocimiento en el nuevo continente.

Como posteriormente se profundizará, en Portugal se profesionalizó la labor del naturalista a partir del último cuarto del siglo XVIII. A partir de entonces fueron formados profesionales para emprender una expedición de carácter científico. Hombres de ciencia y empleados del propio gobierno vinculados a la Universidad de Coimbra o a la Academia de Ciencias desarrollaron redes de información (Domingues, 2001). Se tenía consciencia de la importancia que a nivel económico podría llegar a tener este tipo de saberes. Así, todos los esfuerzos individuales de los exploradores tuvieron enorme importancia para el conocimiento de la tierra brasileña y la mejor comprensión de su Historia Natural.

La necesidad de establecer a la perfección los límites fronterizos también tuvo mucho peso en el incremento de estas partidas. No bastaba con el control y la exploración racional de los recursos naturales. Era también fundamental conservar las fronteras de la colonia de las posibles invasiones de otros países.

La Astronomía y la Cartografía fueron piezas principales en las expediciones científicas, ciencias que exigían cada vez una especialización mayor. Además de los fenómenos celestes, los conocedores de este ámbito se ocuparon de estudiar otras situaciones, de realizar diferentes quehaceres como obtener medidas geográficas a partir de los cuales

establecer límites geográficos. Los progresos de matemáticos y astrónomos para la determinación de las distancias lunares, la de los relojeros en la construcción de instrumentos con gran precisión y los avances en la navegación astronómica permitieron realizar un cálculo más exacto de la longitud, gran problema científico de los siglos anteriores. El nivel técnico y matemático que se precisaba para realizar este tipo de tareas, realizadas a bordo o en tierra, exigía un verdadero conocimiento en el tema. Los viajes de exploración tenían también como objetivo elaborar mapas que garantizaran la posesión y ocupación de los territorios. Por otro lado, otra cuestión fundamental versaba sobre asuntos geográficos aún desconocidos en el siglo XVIII, como el paso hacia el noroeste o la existencia del continente austral.

Cabe, no obstante, destacar la insignificante trascendencia que el ámbito de la meteorología tuvo en este contexto de avances y reconocimientos científicos. Es curioso cómo hubo escasos estudios meteorológicos del lugar. No obstante, desde 1680 en colonias de América del norte se importaron instrumentos meteorológicos procedentes de la metrópolis para realizar las medidas correspondientes (Chenoweth et al., 2007). Consiguieron con ellos obtener registros atmosféricos de las colonias situadas al norte, creando una red de estaciones que les permitiría obtener un basto conjunto de datos (Cassedy, 1969). Además, eventos extremos como tornados, huracanes y grandes tormentas, atraían su atención con bastante facilidad, ocupando parte de las publicaciones coloniales y de la metrópolis.

En América del Sur, la situación era bastante diferente. A pesar de conocer la influencia que el análisis de este ámbito científico tenía sobre todo en ámbitos como la salud y la agricultura, encontramos escasos trabajos referentes al asunto. Sanches Dorta fue uno de los pocos que se preocupó por este tipo de asuntos. Sin embargo, él se limitaba a realizar sus observaciones sin hacer mención a las repercusiones que ellas tendrían en otros ámbitos científicos como por ejemplo podría ser la agricultura. Quiero aquí también indicar, que en esos momentos la meteorología era un campo de la ciencia muy poco desarrollado a nivel teórico, lo cual podría explicar también este hecho.

En cuanto a la relación entre nativos y colonos, es importante mencionar que, una vez allí, por lo general, el hombre de ciencias despertaba el interés, el respeto y la admiración de los nativos (Humboldt y Bustamante, 1827). La posibilidad de transmitir

información sobre la realidad de ese otro mundo desconocido, de poder conocer aquellos conocimientos que repercutirían de forma directa en la sociedad misma, solía provocar gran expectación. Esta curiosidad era recíproca. Los colonos aprovechaban su estancia para describir, estudiar o criticar múltiple información, ampliando así su conocimiento, incrementando su sabiduría, descubriendo el poder, conociendo la realidad social y natural americana. Y ello trataba de hacérselo llegar a los de su país natal mediante la comparación con lo conocido (Domingues, 2010). Aún pudiéndose tratar de hábitos cotidianos en el Nuevo Mundo, para el colono este tipo de prácticas resultaban ser muy interesantes. Los nativos también despertaban la curiosidad de los cronistas y misioneros. Su modo de vida, su perfecta adaptación a la naturaleza en la que vivían eran motivos de interés. Por otro lado, la curiosidad que el cronista mostraba con sus rutinarias observaciones acerca del uso de la tierra, las culturas, el clima, la población y su relación con el medio ambiente, etc., tenía un efecto directo en el desarrollo analítico del nativo, tratando de ser aprendida e imitada en ocasiones. En definitiva, la influencia entre nativos y viajeros podría ser mutua, permitiendo que nuevas formas de razonamiento, de pensamiento, cruzaran fronteras establecidas y se abrieran paso en estos otros paisajes en los cuales aún no estaba potenciada. De esta forma, la influencia a nivel local llegó a ser enorme. Sin percatarse, Bento Sanches Dorta podría haberse convertido en un mediador cultural, promotor de este movimiento, difusor del conocimiento mismo.

El esfuerzo por conocer mejor los recursos que la naturaleza portuguesa y colonial pudieran ofrecer tomó más fuerza durante la estancia en el poder de D. Rodrigo. Teniendo presente las ideas Ilustradas, multitud de brasileños que viajaban hasta Portugal para formarse en la Universidad de Coimbra eran llamados a trabajar en lo relativo a la administración del Reino, de la colonia, e incluso al servicio de la Corona para realizar estudios de los recursos económicos coloniales. A la par, el número de expedicionarios con gran formación y de viajes de carácter científico incrementaba de manera asombrosa. De esta forma, a finales del siglo XVIII, el explorador dejaría de ser visto como un aventurero para pasar a ser considerado un instruido que viajaba con el objetivo de cumplir una misión organizada, con fines concretos, financiada por un príncipe, un grupo de comerciantes, o una institución científica. Antes de su partida sabía lo que debía buscar y lo que, a su vez, a pesar de todos los contratiempos a los que tuvieran que hacer frente, podría encontrar. Esta valentía para sobrellevar lo



desconocido aunque no se tuviera control sobre ello, describe la mentalidad abierta del hombre moderno, que encuentra un espacio presente ante él posible de ser dominado por la ciencia. Así, la llegada de nuevos colonizadores portugueses o españoles a este continente como Sánchez Dorta, su interés por la práctica científica y sus escritos como legado nos ofrecen una oportunidad única para realizar un estudio de la destreza de entonces, de sus vínculos con este mundo redescubierto y de las repercusiones que su labor pudiera tener.

## **2.4. La ciencia en Portugal**

Durante el Renacimiento, Portugal desempeñó un papel pionero en las transformaciones científicas que invadieron Europa. Con ellas, una nueva visión configuró la geografía mundial, se produjo una revolución en el mundo de la navegación, la instrumentación náutica fue perfeccionada,... No obstante, el protagonismo inicial del país luso, su enorme dominio, pasaría a ser cedido a otros países afectando de esta forma a su propia cultura. Así, a pesar de que la cultura peninsular contaba con la presencia de filósofos precursores del pensamiento moderno como Pedro da Fonseca o Francisco Suárez, no fue en Portugal donde encontraron la mayor receptividad. Todo lo contrario, la herencia tradicional fue preservada en el país.

A lo largo del siglo XVII, en Europa, la filosofía estaba en pleno proceso de convertirse, de transformarse, en ciencia en construcción. La ciencia aún no era un fin en sí mismo (Carolino, 1997). Partiendo para su elaboración de recursos fundamentales como imágenes, teorías o modelos cosmológicos, se buscaba incesantemente una explicación para la Naturaleza y sus fenómenos. Sin embargo, en el país luso, poco se sentía este movimiento en gestación.

Fue a finales del siglo XVII y a principios de la segunda mitad del siglo XVIII cuando un cierto aire de cambio pudo abrirse camino en este panorama. Como ya se comentó previamente, durante el reinado de D. João V se pudo percibir el inicio del proceso de recepción de estas nuevas corrientes del pensamiento moderno, cuando, aunque de forma tenue, comenzaron a sentirse las ideas de las Luces europeas.

Así, el comienzo de este movimiento renovador se puede datar en el año 1696, con la realización de las *Conferencias Discretas y Eruditas*, patrocinadas por el cuarto Conde de Ericeira, D. Francisco Xavier de Menezes. Asuntos filosóficos y literarios, dentro de una orientación cartesiana, fueron discutidos incluso por científicos de renombres. Otro ejemplo que muestra este deseo progresista se dio en el año 1729, cuando los oratorianos iniciaron un profundo proceso de renovación en sus establecimientos educativos. Estos “enemigos de los jesuitas”, reformularon, a partir de este momento, no sólo los métodos educativos si no el contenido del mismo, exaltando la importancia de introducir las ciencias experimentales y la filosofía moderna. Hay que hacer aquí también mención al empeño mostrado por el mismo rey D. João V por el estímulo hacia el cambio. Se puede resaltar su preocupación por la *Academia Real de História Portuguesa*, fundada por decreto del 8 de diciembre del año 1720 por el rey. Por otro lado, también serían financiados multitud de becarios, contratados numerosos maestros extranjeros, impulsada la ingeniería química y la balística para atender a las necesidades militares, así como la ingeniería militar y la cartografía.

No obstante, hay también que indicar que, a pesar de estas tentativas y esfuerzos, algunos diplomáticos portugueses, los conocidos como *estrangeirados*, al volver a su país natal percibieron un cierto retardo en el mismo. Alexandre de Gusmão o Luís da Cunha fueron dos de los intelectuales portugueses, que durante cierto período habían podido disfrutar y aprender de lo que por aquellos entonces se desarrollaba en las cortes parisina y londinense, teniendo así contacto con lo que se podría considerar una realidad más “moderna”. Sin embargo, cuando regresaron a Portugal, notaron el retraso científico en el que estaba sumido el país. Cabe indicar que durante un largo período, los *estrangeirados* fueron despreciados por sectores influyentes de la sociedad portuguesa, fundamentalmente la católica conservadora y autocrática, que mostraban un descarado recelo hacia las ideas europeas protestantes.

Un evento importante para el progreso fue la publicación en 1746 y 1747 de la discutida obra *Verdadeiro Método de Estudar* de Luís Antonio Verney, caracterizada por su ruptura con el aristotelismo. El autor hizo una crítica severa a la enseñanza existente en Portugal. Tanto su contenido como los métodos, incluso la cultura portuguesa fueron reprobados por el escritor. Verney intentó demostrar que Portugal estaba atrasado, distanciado de los principales centros civilizados de Europa. Sin embargo, también

mostró un espíritu pedagógico reformista: destrucción y construcción sobre nuevas bases. En el discurso verneyano, es propuesto el abandono de las ideas metafísicas, dándole un lugar prioritario a la lógica y la ética natural. A pesar de ello, esta ruptura trataba de preservar lo esencial de la fe católica.

En el año 1750, Sebastião José de Carvalho e Melo fue nombrado ministro del rey D. José. Se serviría, según él, de los principios de la Ilustración para poner en práctica sus reformas. Así, todo este conjunto de acontecimientos y obras citadas, supusieron una apertura de puertas a la nueva filosofía, a la ciencia renovadora, que repercutiría en las posiciones eclesiásticas. Cabe aquí recordar que las reformas de la educación propuestas por Pombal tenían tres objetivos principales (Maxwell, 1996, p. 104): *“darle al Estado el control de la educación, secularizar la educación y estandarizar el currículo”*. Así, de acuerdo con (Carvalho, 2000, p.295), fueron principalmente tres líneas las que caracterizaron a estas reformas:

*“En primer lugar, una cierta pérdida de independencia y autonomía de la institución, a favor de una fuerte interferencia gubernamental; en segundo lugar, la introducción de un nuevo espíritu científico y pedagógico, una nueva concepción de saber y de ciencia; finalmente, un último aspecto relacionado con las disposiciones administrativas, en el sentido de disciplinar la vieja escuela para hacerle frente a la situación caótica en la que se encontraba”*

En este movimiento que envolvió e involucró a individuos e instituciones, no sólo estuvieron empeñados científicos, astrónomos, ingenieros, cartógrafos, médicos, y cirujanos tanto portugueses como extranjeros. Funcionarios ilustrados también podían considerarse hombres de ciencia, no exclusivamente administradores eficientes (Dominges, 2001).

Podríamos asemejar así el siglo XVIII europeo con una línea de separación ficticia en cuanto a la formación del pensamiento y de los sujetos modernos se refiere. Mientras en Portugal se intentaba unir a este movimiento, en Europa reinaba un sentimiento que posicionaba la razón por encima de todo. Como Cassier (1994, p. 78) afirma:

*“El siglo XVIII está impregnado de fe en la unidad e inmutabilidad de la razón. La razón es una e idéntica para todo el individuo pensante, para toda la nación, toda la época, toda la cultura”.*

Uno de los principales ejes en los cuales Pombal centró sus reformas fue, como ya se especificó, la educación. En concreto, la reforma de la Universidad puede contemplarse como el culmen del programa reformista de Pombal que, siguiendo el ejemplo de lo que sucedía en al “Europa culta” y “sobre el signo de la reforma intelectual y moral de la sociedad”, pretendía “secularizar las instituciones de enseñanza, sometiéndolas a las tutelas del Estado” (Araújo, 2000). El mismo Marqués de Pombal definía su obra como una “nueva fundación de la Universidad”. La apreciación que sus colaboradores tenían de esta revolución queda bien resumida en este fragmento:

*“La Universidad había experimentado el mismo destino que el resto del reino; de universidad no le quedaba más que el nombre”.* (Carta dirigida a Pombal desde Londres, escrita en inglés, datada a fecha del 30 de marzo de 1777. Se puede encontrar en S.J. de Carvalho e Melo, *Memorias secretísimas*, p. 268).

Fijémonos, no obstante, en que, como ya ha sido comentado, existen diferentes opiniones de grandes historiadores al respecto del papel de los jesuitas en el estancamiento científico del país por un lado, y por otro, la actuación y los logros de Pombal (De Mello y Rocha, 2009). Durante el pasado, la visión que se tenía sobre su influencia principalmente ensaltaba la figura del ministro, valoraba sus objetivos alcanzados, su papel como modernizador y reformista. No obstante, otros estudios demuestran que hay que ser prudente en las conclusiones extraídas al respecto. Así, por ejemplo para Arruda (2009), su acción no consistió, en la creación de algo totalmente nuevo, si no el uso de lo nuevo que ya había. Por otro lado, Carvalho (1978a) defiende, que en el conjunto de manifestaciones espirituales de Portugal del siglo XVIII, las reformas pombalinas de la Educación ocuparon un lugar excepcional. Rómulo de Carvalho, gran defensor del Marqués de Pombal, a pesar de apoyar el conjunto de transformaciones que trataron de llevarse a cabo, se refiere a estas reformas admitiendo:

*“Aún así, la monumentalidad de la obra tenía mucho de escenificación y poco provecho se podría, tras su inicio, aguarle por confrontar dos realidades: por un*

*lado, la reforma de una universidad que pretendía provocar, a su vez, otra reforma, la de la mentalidad de los portugueses, dando nuevo rumbo a la vida nacional; por otro, una obstrucción completa de toda la clarificación mental del pueblo portugués a toda la circulación de ideas, a toda la información actualizada, con el montaje de una represión estatal cuya violencia asfixiante no tiene semejanza en nuestra historia” (Carvalho, 1986, p. 466)*

Quiero aquí hacer también alusión a la perspectiva de Moncada (1941), el cual divisa la ansiosamente buscada transformación como reformismo y pedagogismo. Por otro lado, de acuerdo con Sérgio (1981), fue la propia necesidad práctica la que dio inicio a las reformas contando con el espíritu pragmático que caracterizó la ilustración portuguesa. Todos coinciden en el intento por parte de Pombal de modificar la situación preexistente, de introducir cambios. Sin embargo, dejan entrever que si era cierto que Pombal quería modernizar Portugal, adaptarlo al mundo, los fundamentos de la autoridad política deberían quedar inalterados, dando lugar así a una actitud un tanto contradictoria (Faoro, 1989). En definitiva, como hemos apreciado existe discrepancia de opiniones en el transcurso de esas permutaciones y en los resultados en los que finalmente desembocó, y más aún si comparamos la visión del pasado lejano y la actual.

Entre las obras más significativas de este período vale la pena destacar *Suprema Regum* (1765), de António Pereira de Figueiredo, *Dedução Cronológica e Analítica* (1768), de José Seabra da Silva, *Compêndio Histórico do Estado da Universidade de Coimbra* (1771) y los *Estatutos da Universidade de Coimbra* (1772).

Antes de centrarnos en la reforma de la Universidad de Coimbra y el impulso de la investigación en otros campos de la ciencia, quiero hacer aquí alusión a dos eventos relevantes en todo este proceso: por un lado, la sentencia de expulsión de los jesuitas del país y la posterior publicación el 28 de junio del año 1759 de la licencia a partir de la cual se le prohibía a los jesuitas dedicarse a la enseñanza; por otro, la aprobación de los estatutos del *Colégio dos Nobres* en el 7 de marzo del año 1761 y su apertura oficial el 19 de marzo de 1766.

Durante los nueve primeros años de gobierno del ministro, los jesuitas siguieron encargados de la educación del país. No obstante, en concreto un acontecimiento marcaría un cambio extremo en lo hasta entonces preestablecido: el atentado contra el

rey el 3 de septiembre de 1758, del cual fueron culpados miembros de la nobleza y del clero. Los jesuitas le dieron así a Pombal una excelente excusa para su expulsión, publicando dicha sentencia el 12 de enero del año 1759. Esta decisión dio lugar dentro del período de las reformas pombalinas, tal y como Mota et al. (2009) indica,

*“... [a] uno de los capítulos más dramáticos, osados y radicales, demostrando hasta qué punto se reafirmaba la soberanía del Estado”* (Mota et al., 2009, p. 178).

Aunque el ministro se sirviera de todo este conjunto de acontecimientos para ratificar su supremacía<sup>4</sup>, con la expulsión de los jesuitas también dio lugar a una situación, sobre todo en la enseñanza que hasta entonces había estado concentrada en manos de los jesuitas, totalmente calamitosa. De urgente necesidad era proponer una solución para acabar con el decadente estado de la educación. Es por ello que, a partir de junio del año 1759, en concreto con publicación de la licencia del 28 de junio, se comenzaron a proponer una serie de medidas aplicadas principalmente a la educación básica. Fijémonos en que tal y como Carvalho (1986) recoge en su obra:

*“Se trata de un documento de elevada importancia para la historia de la educación den Portugal, ya que con él se le pone fin a doscientos años de actividad pedagógica ininterrumpida de la Compañía de Jesús”* (Carvalho, 1986, p. 429).

No obstante, por su contenido, y las medidas que en él son propuestas, el mismo autor continúa afirmando que esta licencia, la del 28 de junio:

*“No se trata, por tanto, de una reforma, aunque el propio nombre se emplee en la licencia, más si de la sustitución de un método, sustitución que no además no será realizado por un método nuevo, si no el usado hace doscientos años, con las actualizaciones necesarias”* (Carvalho, 1986, p. 430).

---

<sup>4</sup> Cabe aquí recordar que mucho nobles también fueron culpados del atentado. Fueron por ellos interrogados y torturados.

Comenzarían así el conjunto de iniciativas propuestas para solucionar el estado en el cual estaba sumergida la educación, principalmente la básica, y con ella la ciencia, que, a pesar de reflejar una visión progresista, estaba sometida a la voluntad del ministro.

Por otro lado, para comprender los pilares en los cuales, principalmente se basó la creación y aprobación de los estatutos del Colégio dos Nobres, debemos hacer alusión a la creación de un médico portugués Antonio Nunes Ribeiro Sanches. En su obra *Cartas Sobre a Educação da Modicidade* (1760), este luso que dejó su país incitado por la idea de aprovechar y desarrollar su talento en otros países, expone la que sería para él la organización perfecta de la educación desde la enseñanza primaria a la universitaria. A pesar del reconocimiento que se le debe dar a esta obra por dar a conocer una nueva visión pedagógica, por proponer otro tipo de educación para el país, no se puede dejar atrás el carácter elitista que en ella predomina. Así, si divide la sociedad en tres grupos, el pueblo, la clase media y la nobleza, sólo, de acuerdo con su opinión, ésta última debía tener acceso a la educación. Otro punto a resaltar sobre sus ideales es la propuesta de un régimen educativo internista como el más favorable. Por último, cabe destacar que propone para la enseñanza obligatoria, la impartición de disciplinas más contextualizadas con la época, como Aritmética, Álgebra, Trigonometría, Lógica, Metafísica, y Física Experimental (Carvalho, 1986).

Como veremos a continuación, posiblemente la obra de Ribeiro Sanches pudiera ejercer gran influencia en la instauración del *Colégio dos Nobres*. Con su implantación, se constituyó un colegio interno donde a los miembros de la nobleza no sólo les enseñaban los clásicos. Instructores franceses e ingleses se preocupaban por el aprendizaje de estos en otras disciplinas. Tenía como objetivo último instruir, formar una nobleza moderna. Los progresos de la ciencia y de la técnica alcanzados en el siglo XVIII habían provocado grandes alteraciones en las conocidas artes de guerra. Ello exigía a su vez un amplio conocimiento de geometría, trigonometría, álgebra, cálculo y física. Todas estas materias fueron impartidas en el *Colégio dos Nobres*. Ahora bien, a pesar de los contenidos renovadores que en esta institución eran divulgados, cabe recalcar el carácter elitista de la misma: únicamente eran admitidos aristócratas. De esta manera, sólo alrededor de unos 70 alumnos tenían el derecho de formarse en esta institución<sup>5</sup>. Para

---

<sup>5</sup> Aunque el colegio fue creado para enseñar a alrededor de 100 nobles, el primer año sólo se matricularon veinticuatro personas (Carvalho, 1986, p.451).

valorar en su justa medida esta disposición cabe no obstante recordar la labor educativa realizada por los jesuitas desde finales del siglo XVI hasta mediados del XVIII en el *Colégio de Santo Antão*, donde fue leccionada el *Aula da Esfera* (Leitão, 2008). En esta institución fueron también enseñadas disciplinas como la física y las matemáticas por profesores instruídos que incluso provenían de los mejores colegios extranjeros, como Christopher Grienberger del colegio Romano. Se formaron los mejores científicos del país de la época, se emprendieron nuevos objetivos, se introdujeron algunas novedades científicas como el telescopio. Fueron también discutidos los principales problemas cosmográficos de la época, introducida la Astronomía. Se enseñó también Geometría, Aritmética, Trigonometría plana y esférica, Náutica, Óptica, y otros ámbitos científicos de gran relevancia. Pero no sólo se puede destacar por la enseñanza de todas estas disciplinas y por contar con la presencia de profesores tan competentes, aspectos en los que coincide con el *Colégio dos Nobres*. También cabe resaltar el enorme número de estudiantes de todas las clases sociales que en esta institución fueron formados, alcanzando un máximo el año 1591 cuando contó con 2500 alumnos, o la estable cuantía de 2000 alumnos durante todo el siglo XVII (Leitão, 2008, pp. 20-21). Es por ello por lo que cabe cuestionarse la importancia y la mejora que la iniciativa adoptada por Pombal. Si bien, los contenidos enseñados en la primera institución no estaban tan adecuados, modernizados al que era el “momento actual”, si que el número de personas que tenían acceso a la educación básica era incomparable. También debemos recordar la posibilidad que cualquiera, independientemente de su condición social, tenía para acceder en el *Colégio de Santo Antão*, gran diferencia con respecto a lo que ocurría en el colegio de Pombal, que como su propio nombre indica, fue creado para una élite minoritaria, los miembros de la nobleza.

Comprendidos los precedentes de la reforma llevada a cabo en la enseñanza superior, la de la Universidad de Coimbra, pasamos a profundizar en ella. Así, transcurridos trece de años de la expulsión de los jesuitas, la enseñanza, principalmente superior ante la cual no se habían tomado medidas de mejora, se encontraba en una situación de extrema precariedad. Se vieron por ello en la necesidad de dar a luz el que es considerado por algunos historiadores el documento más notable de las iniciativas de Pombal para la mejora de la educación. Repasando brevemente la cronología del evento, podemos indicar que sus orígenes se remontan a la congregación de la llamada *Junta de Providência Literária* (1770) creada por el Rey D. José I en carta de ley del 23 de



diciembre de 1770. Fueron en ella analizadas las causas de la decadencia de la Universidad y estudiados los medios para su reestructuración, surgiendo tras ello la obra denominada “*Compêndio Histórico do estado da Universidade de Coimbra no tempo da invasão dos denominados jesuitas y dos estragos feitos nas ciencias e nos professores e directores que a regiam, pelas maquinações e publicações dos novos estatutos por eles fabricados*”. Tal y como el título indica, principalmente fueron culpados los jesuitas de la pésima situación existente. Por ello, uno de los puntos más significativos de la nueva disposición planteada era la abolición de la filosofía escolástica, pilar de la pedagogía jesuítica. Se podría decir, pues, que la reforma de la Universidad se convirtió en el culmen de la campaña que mantuvo Pombal contra los jesuitas (Perreira y Cruz, 2009).

En el año 1771, se determinó la suspensión de los estudios en la Universidad, proponiendo para su reanudación el curso lectivo siguiente. Para ello, en su intento por sustituir y ultrapasar los esquemas metodológicos tradicionales, fue realizado un intenso esfuerzo intelectual por parte de los organizadores de obligado reconocimiento. Pombal era consciente de que el progreso del país dependía de la estimulación, de la enseñanza de matemáticas y ciencias (Carvalho, 2000). Por ello, el impulso más importante fue la creación de las Facultades de Matemática y Filosofía, así como la incorporación de asignaturas como Historia Natural, Física Experimental y Química, junto con Lógica y Moral, en la Facultad de Filosofía. Los estudios superiores quedarían tras ella distribuidos en seis Facultades: Teología, Cânones, Leyes, Medicina, Matemática y Filosofía. La Universidad de Coimbra se convertiría en una institución fundamental para la adhesión de Portugal al movimiento Ilustrado. En la Figura 1 se muestra una vista panorámica de la Universidad de Coimbra datada a finales del siglo XVIII o principios del XIX, de creador anónimo. En el lado derecho se distingue la Torre del Observatorio Astronómico de la Universidad, destruido posteriormente. Actualmente esta figura está preservada en la colección de manuscritos de la Biblioteca de la Universidad de dicha ciudad.

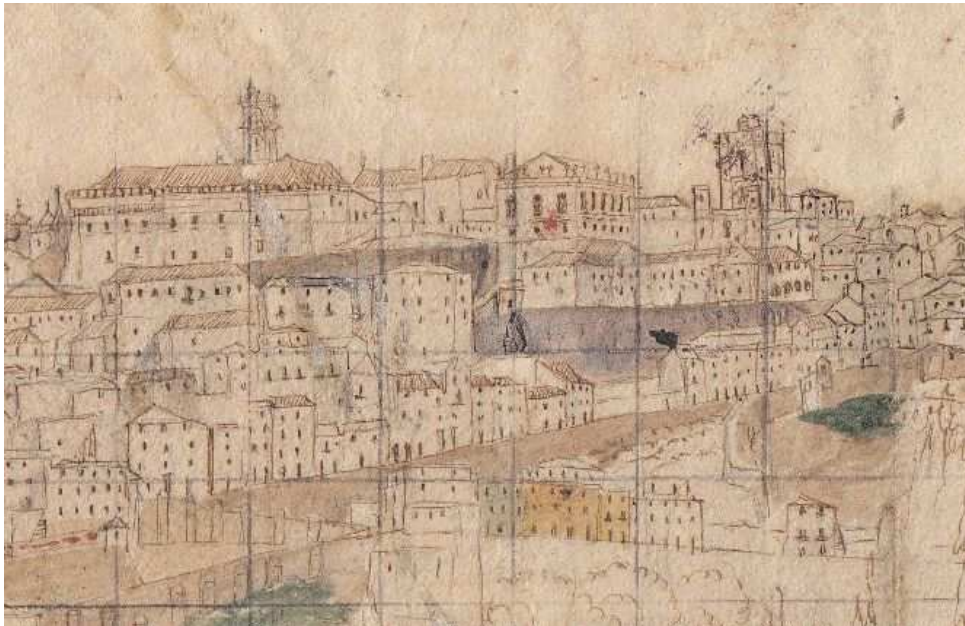


Figura 1. Coimbra en el siglo XVIII.

Fue necesario reclutar maestros para impartir las nuevas disciplinas. Tal y como recogían los Estatutos, tenían como tarea presentar nuevos programas y metodologías, reformular y construir nuevos espacios para la enseñanza y la producción del conocimiento. También eran incitados a orientar a los alumnos, e incrementar su interés por la experimentación y la observación. Esta nueva metodología filosófica trataba de impulsar la experiencia como fuente, el camino y la verdad del conocimiento. La cuestión central de los Estatutos estaba en la preocupación por observar, experimentar, reflexionar, fundamentar y repararse en la realidad. Es este, el principal logro de la Reforma (Carvalho, 2000).

Así, una vez asimilada el vínculo biunívoco entre teoría y práctica, y contratados profesores que supieran dirigir estos espacios, se instauraron nuevas infraestructuras anexas a las Facultades en la que la observación y la experimentación fueran estudiadas de acuerdo a los principios modernos. Entre ellos, caben destacar el *Hospital Escolar*, el *Teatro Anatômico*, el *Dispensatório Farmacêutico*, el *Gabinete de História Natural*, el *Gabinete de Física experimental*, el *Laboratório Químico*, el *Jardim Botânico*, y el *Observatorio Astronômico*<sup>6</sup>. De esta manera la universidad comenzó a formar naturalistas, llegando a ser los cursos de ciencias naturales a finales del siglo XVIII los

---

<sup>6</sup> Fijémonos que estas nuevas infraestructuras creadas muestra una clara preferencia e interés por el desarrollo de las ciencias experimentales en la “nueva Universidad”.

más atractivos para los estudiantes (Simon, 1983; Dantes, 1988; Domingues, 1991; Cidade, 1996).

No obstante, a pesar de este aparente deseo de renovación, de cambio, debemos llamar la atención a dos actitudes contradictorias en el propio ministro. Por un lado, la actitud del marqués de Pombal con la Iglesia. Así, a pesar de que el ministro de Oieras le retirara el poder a la Compañía de Jesús, siguió contando con miembros del clero, incluso ocupando estos los mejores puestos, para guiar la nueva universidad. Fijémonos en que en los propios Estatus queda recogido que las dos únicas instituciones que estaban designadas por Dios para guiar la transformación del pueblo portugués eran el Estado y la Iglesia. Por otro lado, el ministro limitó hasta alcanzar límites extremos la libre circulación de ideas. La censuró hasta el punto de publicar una lista de libros prohibidos por su contenido en doctrinas inapropiadas. Luego, podríamos decir que a pesar de que el ministro tratara de impulsar un evidente cambio, una reforma inigualable a cualquiera puesta en marcha en Portugal, impidió a su vez el desarrollo del mismo en su plenitud, de alguna manera lo censuró (Carvalho, 1986). No permitió de esta manera un alejamiento con respecto a los patrones previamente establecidos. Y todo ello afectó a la reforma de la universidad. Así, tal y como Carvalho (2000, p. 298) indica:

*“Y es que no podemos olvidar, que la reforma de la Universidad no fue una reforma completa, por eso, la Universidad es al mismo tiempo una institución reformada y antigua, iluminista y tradicionalista, nueva y vieja”.*

También, cabe preguntarse por la reacción de la propia sociedad ante las nuevas propuestas. En el pasado reciente diversos estudios han analizado esta cuestión. Ha sido examinado el balance en el número de alumnos matriculados antes y después de la reforma, si se produjo un cambio en los intereses de los mismos y con ello en las carreras más demandadas, los motivos que dieron lugar a estas transformaciones en la sociedad, si es que las hubo, etc. Cabe destacar que un análisis profundo del asunto, como el realizado por Carvalho (2000) y por Taveira (2007) desvela que, a pesar de lo que se podría esperar, el número de alumnos matriculados tras la puesta en marcha de la reforma de la Universidad de Coimbra disminuyó de manera asombrosa. Aunque la institución ofrecía en estos momentos mejores condiciones, para explicar los investigadores del tema este descenso se remiten, entre otros motivos, al vacío creado

en la enseñanza secundaria, la fuerte disciplina que impuesta en la Universidad, las exigentes condiciones de acceso, la falta de interés por los nuevos estudios, y la asistencia diaria casi obligatoria que implícitamente incluía el carácter práctico de la enseñanza. Fijémonos también que de acuerdo con las ideas de los reformadores, lo importante no era la cantidad de alumnos, si no la calidad de los mismos. De ahí a que la educación universitaria tuviera que restringirse a una selecta y minoritaria parte de la población (Taveira, 2007). Por otro lado, la carrera más solicitada por los alumnos, en lugar de ser la eclesiástica, pasó a ser la de Derecho. Fijémonos en que si antes de las reformas estar vinculado próximamente al clero permitía gozar de un gran número de privilegios, tras ella, comenzó a surgir una burguesía pombalina “*preocupada por la problemática del mundo civil*” (Carvalho, 2000).

De ello se puede extraer que, realmente la sociedad no estaba preparada para esta transformación, para este cambio, de forma que fue escasa la contribución que desde el pueblo se realizó para poner en marcha todas estas medidas. También faltó espíritu por parte de los principales dirigentes para mostrar las nuevas perspectivas, los nuevos horizontes que se podrían visualizar tras todos los cambios. Todo ello dio lugar a que, para muchos, la reforma quedara inacabada, incompleta.

Con la muerte de D. José el 24 de febrero de 1777 y la subida al trono de la reina Dña. María I, se inició un período caracterizado por el refuerzo de las prácticas ilustradas de carácter pragmático-científico (Novais, 1995). Aquellas personas que habían soportado una actitud déspota por parte del ministro Marqués de Pombal emprendieron un movimiento de acusaciones, quejas y reivindicaciones contra el mismo que supuso su fin en la política (Carvalho, 1986).

No obstante, la profundidad de las reformas de Pombal en la enseñanza impidieron que se volviera a cambiar el sistema ya establecido, a pesar de que, no era a muchos a los cuales les agradaban las nuevas medidas.

Fue sólo entonces, en el período mariano, tras la caída de Pombal, cuando fue posible la creación de la *Academia Real de las Ciencias de Lisboa*. Fijémonos en que algunos de sus fundadores habían huido del país por las persecuciones pombalinas. Era necesaria la actuación de un grupo de intelectuales que sirviera de soporte a las nuevas demandas.

Así, esta institución adquirió un importante papel en Portugal. Se convertiría en el lugar propicio para el debate científico, para gestionar la política colonial en miras a una exploración del mundo natural. La Academia tuvo un papel relevante para la divulgación de la cultura Ilustrada. En esta institución se explicitó la necesidad de ofrecerle a los portugueses los conocimientos científicos y prácticos necesarios para resolver sus problemas (Carvalho, 2000). Además, en ella se confeccionó un “inventario del Nuevo Mundo”, se concentró innumerable información sobre la historia natural, astronómica, meteorológica... de las colonias. Los intelectuales ilustrados encontraron en la Academia el lugar ideal para colocar sus proyectos en prácticas. Esta no era sólo el espacio por el cual penetraba la ciencia moderna en el reino. También aquí se realizaban nuevas reflexiones que provenían tanto de personajes residentes en la metrópolis como en la colonia.

Siguiendo esta lógica, las ciencias naturales adquirieron un papel fundamental dentro de las producciones científicas de esta institución. Los naturalistas, astrónomos, geógrafos, progresivamente fueron ganando la responsabilidad de indagar, estudiar la naturaleza, aquella que daría los recursos necesario para el desarrollo del reino. La producción científica de los eruditos, tanto los que estaban directamente ligados a la Academia como los autónomos, se constituyeron en legado para comprender la forma en la cual se practicaba la ciencia luso-brasileña en aquel período.

Durante esta etapa del siglo XVIII, como ya fue comentado, se realizaron multitud de viajes con motivos científicos a las colonias. El esfuerzo por conocer el espacio y la tensión político-diplomática se entrelazaban entre sí. La demarcación de los límites entre las monarquías ibéricas en América del Sur provocó como consecuencia inmediata el incremento de la actividad científica de la cual Brasil era el principal objeto.

A finales del siglo XVIII y principios del XIX, Portugal no estaba del todo desfasado en cuanto al ámbito cultural y científico se refiere, con respecto a otros países europeos. A pesar de ser una renovación que afectaba principalmente a la élite económica, científica y política, con contradicciones intrínsecas que impedían su desarrollo, algunos habían comenzado a tomar progresiva consciencia de la necesidad de cambio. La ciencia moderna había tratado de llegar a Portugal aunque sin sus dimensiones éticas y filosóficas, limitada. Fijémonos en que algunos autores califican el proyecto de

renovación de Pombal como un fracaso (Carvalho, 2000). Aún así a finales de siglo, el país contaba con un número importante de naturalistas, mineralogistas, metalurgistas, botánicos,...distinguidos en Europa.

#### **2.4.1. La Facultad de Matemáticas**

Durante el período medieval, a ciencias como la astronomía y la matemática se les asociaba un papel secundario. Sólo la filosofía y la teología podían establecer verdades. Fue precisamente el hecho de asimilar el valor que les correspondía a los descubrimientos científicos, lo que condicionaría el establecimiento de la ciencia moderna. No obstante, en el contexto científico ibérico, al igual que en el resto de Europa, la teología seguía siendo considerada ciencia fundamental (Domingues, 1996). Según esta autora, las implicaciones teóricas y filosóficas de la teoría copernicana tardaron en ser asumidas, acogiendo a los nuevos conocimientos que ella proponía para exclusivamente facilitar los cálculos. Existía, pues, una dualidad de visiones que afectaban al aspecto teórico, por un lado, y al cuantitativo, por otro.

Con la reforma de la Universidad de Coimbra, fue propuesta la creación de la Facultad de Matemática. Para ello se partió del presupuesto de que esta ciencia era tan importante como las otras, incluso mayor aún por su carácter preciso. Posiblemente, este “privilegio” proviniese de la idea moderna de ciencia, que prevé la matematización de todo el mundo visible como la única forma de llegar a conocerlo. Recordemos que los principios ilustrados consideraban al método matemático como el más seguro para guiar la razón en la búsqueda de la verdad. Por ello, las matemáticas serían el mejor camino elegido para alcanzarla.

En cuanto al acceso a estos estudios, en los Estatutos venía recogido que los alumnos que a ella optaran podían no tener conocimientos de previos, iniciando su formación en la misma Universidad. Fijémonos, no obstante, que era necesario que tuvieran conocimientos en Lengua Latina e incluso Griega. Por otro lado, la duración total sería de cuatro o cinco años tras los cuales obtendrían el grado de licenciado o doctor. Además, los alumnos eran ordenados de acuerdo a tres categorías: los ordinarios

(aquellos matriculados en Matemáticas), los obligados (los alumnos que precisaban de cursar asignaturas de esta carrera pero que estaban matriculados en otras facultades), y los voluntarios (o los actuales oyentes).

Cabe destacar que los reformadores tuvieron presente en la organización de esta Facultad la importancia que la ciencia del momento le concedía a la práctica empirista. Es por ello que, las seis asignaturas fundamentales que se cursaban eran: Geometría e Historia Natural en el primer año; en el segundo curso lectivo Álgebra y Física Experimental; Foronomia en el tercero; y por último, Astronomía<sup>7</sup>. También era recomendado que los alumnos adquirieran conocimientos en la elaboración de cartas geográficas y topográficas, para lo cual era necesario que los alumnos cursaran Diseño, Arquitectura Civil y Militar<sup>8</sup>.

En los Estatutos de la carrera de Matemáticas, se puede percibir el carácter utilitario y práctico que le daban a estos estudios. Todo lo que fuera estudiado o descubierto debería repercutir en una mejora para el Reino. Así, se reconocía la importancia de las matemáticas porque, tal y como se puede leer en los Estatutos de la Universidade de Coimbra, por este sistema, el matemático, se rigen las épocas y medidas temporales, las situaciones geográficas de los lugares, las demarcaciones y medidas de los terrenos, las operaciones tácticas de las campañas, de la marina, las construcciones de la arquitectura naval, civil y militar. La matemática se convirtió en herramienta fundamental para aquellos que debían realizar este tipo de labores. Como observó Carvalho (1983, p. 227):

*“Exagerando o sin exagerar, se entiende que la Medicina y la Filosofía necesitan de preparación matemática. La gran sorpresa aparece en las disposiciones estatutarias que exigen el paso por la Facultad de Matemática de los estudiantes de Teología, y Leyes, así como el paso por la facultad de filosofía.”*

---

<sup>7</sup> Fue durante el cuarto año cuando los alumnos tuvieron acceso al observatorio de astronomía, lugar donde observaban los astros y realizaban los cálculos aprendidos de forma teórica.

<sup>8</sup> Cabe indicar que sólo los matemáticos formados en la Universidad podrían ocupar cargos de arquitectos y medidores.

En todas las lecciones, teoría y práctica deberían mostrarse siempre de forma conjunta, biunívoca, haciendo enorme hincapié en la unión entre teoría y práctica.

A modo de curiosidad, cabe destacar la división pombalina de las ciencias exactas. Matemática y Filosofía aglutinaban todos los conocimientos que hoy en día están englobadas en el campo de la Física. Las Matemáticas incluían la parte teórica de la Física, el estudio del movimiento tanto de sólidos como de fluidos mediante el cálculo y la Geometría, mientras que la parte experimental se incluía en el ámbito de Filosofía. De aquí se interfiere su certeza acerca de la posibilidad de controlar, de dominar el movimiento haciendo uso de las matemáticas. Como ejemplo, se puede indicar que, desde el primer curso, tras enseñar el cálculo trigonométrico y geométrico, éste debería ser empleado en las operaciones de Geodesia.

#### **2.4.2. La Facultad de Filosofía**

Al igual que la matemática, tras la Reforma Pombalina, las ciencias exactas fueron consagradas en la Universidad de Coimbra. Así, se instauró a partir del año 1772 en la carrera de Filosofía, de cuatro años de duración. El principal lema de estos estudios contemplaba a la observación y la experiencia como los únicos medios para alcanzar el conocimiento de la naturaleza. Para su acceso los alumnos debían haber frecuentado la Escuelas de Educación Básica, tener un perfecto conocimiento de Latín y Griego, y aprobar los exámenes previos a su entrada en la Universidad de dichas materias. Cabe aquí destacar que a diferencia de la Facultad de Matemática, en esta carrera no eran admitidos los alumnos llamados “voluntarios”.

La carrera estaba distribuida en cinco asignaturas principales: en el primer año se estudiaba Filosofía Racional y Moral; era en el segundo cuando se aprendía Historia Natural y Geometría; Física Experimental sería enseñado en el tercer curso lectivo; por último, en el cuarto año era enseñada la Química. Como se aprecia, la Filosofía Natural comprendía todo lo relacionado con la contemplación de la naturaleza a excepción, de lo ya estudiado sobre ello en los cursos de Matemática y Medicina. En cuanto a la Filosofía Experimental era estudiada a partir del tercer año. Cabe aquí destacar, el uso



de libros de textos durante el tercer año de la carrera como *Elementa Physicae* de Musschenbroek. Su contenido pudo haber tenido gran repercusión e influencia en la práctica científica de Sanches Dorta.

De acuerdo con los principios Iluministas, la experiencia era estimada como el mejor y único camino posible para establecer verdades. Esta idea diferenciaba al pensamiento predominante durante el siglo anterior, el XVII. No obstante, a la razón se le adjudicaba también un papel importante: era la encargada de escoger las situaciones óptimas para realizar dichas experiencias. La ciencia quedaba reducida a la colección de hechos averiguados por la experiencia, tras lo cual eran combinados y generalizados, hasta que se descubriese un hecho primordial que diera una explicación a los hechos particulares a partir de éste. Es decir, sólo a través de un método riguroso, basado en la experiencia y observación, se podían encontrar leyes generales. El método inductivo de Bacon era pues el defendido, enseñado y practicado en el ámbito universitario.

La experiencia y capacidad para transformar lo que es observado en lenguaje matemático se convirtió en criterio general para diferenciar aquello que podía ser averiguado científicamente y lo que no podía ser alcanzado por la ciencia humana. De ahí que tras llevar a cabo esta transformación cuantitativa, no hubiera lugar para cuestionarse los resultados. Es por ello por lo que los asuntos científicos se preocupaban por los efectos que pudieran ser observados por el hombre, pero no por sus causas. Esta fue una de las principales propuestas de la reforma.

Al igual que con el curso de matemática, se puede apreciar en este ámbito de estudio el carácter práctico que le fue designado y caracterizado. De esta forma, de acuerdo con los Estatutos, la historia natural se limitaba al estudio de los objetos más cercanos al ser humano y más necesarios para su uso en la vida.

Una vez formado, el astrónomo y geógrafo portugués Bento Sanches Dorta fue escogido para formar parte de la expedición científica iniciada en 1781 con el objetivo de hacer la demarcación del territorio colonial perteneciente a la Corona Portuguesa. Llevó consigo los conocimientos adquiridos durante sus años de estudio en Coimbra. Su estudio cumplió rigurosamente los procedimientos científicos característicos al método científico de la época. La observación empírica fue la base de sus investigaciones, sus

descripciones iban cargadas de objetividad. El portugués se limitó a observar y describir de forma imparcial.

## **2.5 La ciencia en Brasil**

La evolución científica de Brasil, su historia y su cultura, ha estado condicionada por su descubrimiento y el proceso de colonización, así como por las relaciones intensas y complejas entre la metrópolis y la colonia. Como se analizó en la sección previa, en Portugal el desarrollo de una tradición científica propia resultó ser una transformación lenta. Por tanto, la intención de crear una sociedad compleja en el Nuevo Mundo, con instituciones para producir y transmitir su conocimiento no fue un objetivo muy perseguido (Godinho, 1961-70; Maxwell 1972). Sería un error tratar de negar el vínculo existente entre ciencia portuguesa y brasileña.

Pensar que Brasil fue históricamente una sociedad rural, tradicional y profundamente católica, con un desarrollo gradual en la ciencia moderna, no deja de ser, como ya se comentó, un mito en la historiografía moderna. Así, ejemplo de ello fue la perspectiva de Schwartzman (2001) sobre el asunto muestra una visión anclada en la historiografía antigua al respecto. Según este autor, tres siglos después de la llegada de los portugueses, el progreso científico-tecnológico del país había sido poco exaltado. Afirmo además que, durante este amplio intervalo temporal, la ciencia practicada en Brasil consistía en una pálida imagen de la portuguesa que a la vez reflejaba de forma difusa la europea. En la sección anterior se argumentó sobre la existencia de varios trabajos desarrollados por historiadores de la ciencia que demuestran la presencia de una diversidad de prácticas científicas en la América portuguesa anteriores al final del siglo XVIII. El lugar de desarrollo de tales actividades serían Academias Científicas, como la *Academia Brasílica dos Esquecidos*, fundada en la Bahía en el año 1724. Principalmente, los interesados en ello serían jesuitas como Antônio Vieira. También cabe aquí destacar la relevancia que las exploraciones mineras realizadas tuvieron en ese panorama.

Junto a la administración centralizada, burocrática y patrimonialista que fue llevada a Brasil, hubo otro tipo de prácticas que, sin embargo, no resultaron tan positivas, e incluso dieron lugar, a mi entender, a la existencia de situaciones paradójicas en cierto sentido.

Si ahora retrocedemos algo más en el pasado y nos trasladamos a la problemática Revolución Científica de los siglos XVI y XVII y sus repercusiones visibles, esto es, el desarrollo y la expansión del nuevo espíritu científico, observamos que no llegó con intensidad a este país. Ahora bien, haciendo hincapié en nuestra hipótesis de partida, cabe aquí indicar que Brasil no estuvo plenamente aislado en este sentido. El control que ejerció Holanda en el territorio nordeste desde 1639 hasta 1661 permitió que personas dedicadas al estudio de la geografía, zoología y la botánica, en definitiva, a la naturaleza, estudiaran el paisaje brasileño.

El movimiento que enaltecía la Revolución Industrial de la segunda mitad siglo XVIII quedaría levemente apagado en Brasil. No obstante, aunque el auge de este cúmulo de sucesos no inundara de lleno a la colonia portuguesa, el interés de la Corona lusa por las materias primas existentes en Brasil sí que fomentó la realización de un cierto esfuerzo por obtener información sobre nuevos productos de posible valor comercial. De esta manera, aunque no se pueda apreciar un movimiento completamente revolucionario, tampoco es correcto indicar que la práctica científica en estos momentos fue nula. Este interés por parte del rey portugués y sus consecuentes actos, repercutieron en la tradición y cultura portuguesa y colonial durante toda esa etapa conjunta. Domingues (2006) reconoce la labor que se llevó a cabo durante este siglo:

*“Importa reconocer que, a lo largo del siglo XVIII, se realiza un gran esfuerzo, desarrollado por una élite al servicio de la ciencia y de los estados europeos, para obtener información sobre los dominios sudamericanos del Rey Fidelísimo”*  
(Domínguez, 2006, p. 151)

No obstante, la autora continúa:

*“Es innegable el peso del control y de la censura portuguesa en relación a la divulgación de información sobre dominios que por su importancia estratégica, política, económica, militar se querían resguardar”* (Domínguez, 2006, p. 151)

Es importante también mencionar la habilidad técnica que en muchos brasileños destacaba. En este contexto, lidiaban, por un lado, el interés por la exploración y el descubrimiento que caracterizaba al espíritu colonizador y, por otro, la potenciada y virtual escisión que predominaba entonces entre el saber y el hacer, hechos que limitaban el desenvolvimiento científico (Motoyoma, 1985).

Según Dantes (1988), fue en la segunda mitad del siglo XVIII cuando se produjo realmente el proceso de institucionalización de la actividad científica en la América portuguesa. Es decir, hasta entonces no se inició el proceso de construcción de una práctica y un discurso científico que necesitara un conjunto de medidas de implantación, desarrollo y consolidación de las actividades científicas. Ahora bien, cabe indicar que se entiende como proceso a todas las posibilidades de realización y divulgación de investigación científica y, por tanto, no está restringido al mero análisis funcional de las instituciones científicas.

De acuerdo con la concepción de la historiadora María Beatriz Nizza da Silva (ver Silva, 1988), las principales características del pensamiento científico de la segunda mitad del siglo XVIII en la América portuguesa fueron tres. La primera es su pragmatismo científico: sólo se justifica un desarrollo científico en la sociedad si este tiene una aplicación práctica. La segunda es su inmovilidad, estancamiento en la producción científica. La tercera hace alusión al cosmopolitismo: el Estado portugués contrataba a sabios independientemente de su procedencia en pro de un desarrollo del imperio portugués.

Teniendo presente lo comentado en la sección previa, podemos afirmar que desde la segunda mitad del siglo XVIII la mejora del país fue uno de los objetivos primordiales y principal preocupación de Portugal. Y sus colonias no quedarían al margen de todo ello. El Marqués de Pombal mostró interés por el estado de la América portuguesa, abarcando con su política el ámbito colonial (Santos, 2007). La economía y la sociedad en la colonia, la política de gobierno impuesta y las dos principales etapas en la educación (jesuítico y pombalino) estuvieron así asociados de forma directa con las manifestaciones científicas que se dieron en el Brasil colonial.

Entre las medidas económicas adoptadas caben destacar la creación de compañías de comercio, como la *Companhia Geral do Grao-Pará e Maranhao*, y la *Companhia de Pernambuco e Paraíba*, el intento por disminuir el contrabando de oro y diamantes, la confirmación de su posición como gran puerto y el desarrollo de nuevas actividades como la producción de azúcar, entre otras. Por otro lado, también se procuró estudiar de forma metódica la naturaleza física de su colonia americana. Fueron adoptadas múltiples iniciativas con el objetivo de aumentar la productividad agrícola. Por ello, el estudio de la agricultura como ciencia se convirtió en un propósito, estimulando y analizando la posibilidad de introducir productos nuevos tanto en el espacio colonial como en Portugal.

Además, la Reforma de la Universidad de Coimbra en el año 1772, y el consecuente empeño por reforzar ámbitos de estudio como las matemáticas o la física experimental, tuvo repercusiones directas en la colonia. La información extraída de la observación directa era la relevante (Domingues, 2006). Cabe resaltar la labor de científicos importantes de las colonias como el mineralogista José Vieira, el matemático Francisco Luís Lacerda e Almeida, los naturalistas Alexandre Rodrigues Ferreira y Manuel de Arruda Câmara, entre otros.

Muchas instituciones portuguesas, ubicadas tanto en el país colonizador como en los colonizados, mejoraron su infraestructura científica y tecnológica. Fue así como surgiría en la segunda mitad de este siglo instituciones como la *Sociedade Científica do Río de Janeiro* y la *Sociedade Científica do Seminário de Olinda*. Quiero hacer aquí especial mención a la creación de la *Academia Científica do Rio de Janeiro*, en el año 1772 por ser el antecedente de la *Academia Real de las Ciências de Lisboa* (Cardoso, 1972), y a la *Sociedade Literária de Río de Janeiro* en el año 1786 (Atahide, 1882)<sup>9</sup>. De estas instituciones surgieron multitud de publicaciones científicas sobre agricultura, viajes científicos... Por otro lado, en substitución a la enseñanza jesuítica se crearon las *Aulas Régias*. No obstante, cabe aquí indicar que se realizaron multitud de intentos para crear otras instituciones de naturaleza práctica que posteriormente cayeron en decadencia o fueron transformadas en organismos educacionales de carácter genérico. Todas ellas deben ser analizadas en términos de esa cultura moderna que comenzaba a desarrollarse en la capital del país.

---

<sup>9</sup> Como se verá en próximas secciones, Sanches Dorta fue partícipe de ambas instituciones.

También, cabe aquí hacer mención a otros campos científicos de interés y en desarrollo. Así, en el ámbito de la medicina, destacó el trabajo de los cirujanos, cuyo oficio quedaba restringido a las conocidas “dolencias quirúrgicas”, haciendo esta expresión referencia a las heridas, fracturas u operaciones genéricas (Marques, 1999). En cuanto a las bibliotecas privadas, a lo largo del siglo XVIII, sufrieron a una remodelación en la composición de las mismas. Obras de carácter científico y de saberes profanos comenzaron a ocupar parte de las estanterías disponibles, quitándoles el puesto a algunas obras religiosas. De esta manera, los filósofos naturales de la colonia tenían acceso a una colección de clásicos nacida en el seno de la Ilustración europea de gran riqueza. Se puede citar aquí algunas como la *Encyclopedie* de Diderot y D’Alembert, a *Historie Philosophique et Politique des Etablissements et du Commerce des Européens dans les Deux Indes*, del Abade Raynal, entre otros (Frieiro, 1981). Esto demuestra que aún sin haber universidades como tal, sí que existían personajes que tenían conocimiento de las principales corrientes del pensamiento de la época.

Una vez que D. Rodrigo de Sousa Coutinho tomó posesión de su cargo como Ministro da Marinha e do Ultramar durante el reinado de Dña. María, fue estimulada la agricultura en la colonia. Esto supuso el inicio de una política de renovación y diversificación agrícola, así como la introducción de nuevas técnicas rurales en la América portuguesa. Todas ellas traspasaban las medidas adoptadas hasta entonces. Para este motivo fue ayudado por un equipo de filósofos Ilustrados que constituiría, como Maxwell (1999) los denomina, “geração da década de 1790”. Siendo consciente de los beneficios que podría producir una buena práctica agrícola, fueron incentivadas la exploración minera, de bosques y árboles para la fabricación de maderas de construcción, de café, anís, etc. Es decir, D. Rodrigo consideraba necesario estudiar mejor la naturaleza brasileña, investigar la utilidad económica de las especies aún desconocidas, estimular los estudios sistemáticos para saber la utilidad de las producciones naturales coloniales y de minerales. Llegados a este punto, la Corona buscó incentivar la publicación de un conjunto de ensayos agrónomos adaptando el proyecto Ilustrado al mundo agrícola (Monteiro, 1994). Cabe así destacar el *Fazendeiro do Brasil* (1798) de Frei Veloso. Una vez diseñadas y planteadas las modernas técnicas agrícolas, y escritos los nuevos volúmenes, estos serían enviados a los gobernadores de las Capitanías para su distribución (Wegner, 2004).

Otra área científica de gran interés y desarrollo en la colonia lusa fue el de la mineralogía. Fueron así también implementadas una serie de medidas que procuraban la modernización de las técnicas utilizadas para la extracción mineral, una mejor formación de mineros, la traducción de libros que versaban sobre el asunto y un mayor conocimiento del estado del arte del tema en cuestión. Caben destacar como conocedores del oficio a Manuel Arruda da Câmara, naturalista al servicio de la Corte para el estudio de la existencia de "*Nitreras naturales y minas en la Capitania de Pernambuco, Rio de São Francisco e Jacobina*" (Mello, 1982), al naturalista ilustrado José Vieira Couto (1752-1827), que analizó las minas de las regiones de la Capitanía de Minas Generales durante el período de 1798 a 1805 (Silva, 2002), y a Domenico Vandelli, que generó los primeros inventarios sistemáticos de los recursos minerales de Brasil y las recomendaciones científicamente fundamentadas sobre la explotación minera de oro y de los diamantes brasileños (Pinto, 2003). Sus prácticas científicas en este campo de interés tenía como principal objetivo la estancia en el campo para la observación, recolección de materiales, descripción minuciosa, e indicación de maneras de aprovecharlos. Ejemplificaban con su práctica al típico hombre de ciencias de la Ilustración. No obstante, quiero aquí destacar que, en el ámbito del mercado local, estas prácticas tuvieron poca repercusión.

Algunos nativos de la colonia americana, al no poder acceder a estudios universitarios en el espacio colonial por no existir allí esta institución, estaban obligados a estudiar los cursos superiores en Europa. Principalmente, las universidades que a más extranjeros acogían eran la de Coimbra y Montpellier. Entre los nacidos en la América portuguesa que estudiaron en Coimbra podemos destacar a José Bonifácio de Andrada e Silva y Manuel Ferreira da Câmara Bitencourt e Sá, entre otros. Ellos, tras acabar sus carreras, fueron contratados por el gobierno luso llegando a ocupar así cargos estatales importantes. La nación portuguesa contaba pues con el servicio y el saber científico de estos hombres de ciencia, fieles al Estado portugués.

Es pues evidente que en la colonia, en el ámbito científico, se estaba potenciando. Este conjunto de prácticas, fueran individuales o colectivas, pero puestas en prácticas, coinciden en la afirmación que alude a la producción científica que en Brasil se desarrolló ya desde el período colonial.

Con posterioridad, y como consecuencia del inicio y desarrollo de las guerras napoleónicas, se produciría la emigración de la familia real portuguesa en el año 1808. Este hecho marcaría una importante transformación en la vida de la colonia lusa en América. Cabe aquí recordar que, tras la llegada de D. João, los puertos brasileños fueron abiertos a muchos barcos extranjeros por *Carta Regia del 28 de enero del año 1808*. Río de Janeiro se convirtió así en el corazón del Imperio Portugués.

Además, la llegada de la Familia Real incentivó aún más el proceso de renovación cultural y científico. Ello implicaría a su vez un fuerte impulso en el ámbito científico. Se procuró hacer frente a las necesidades básicas como la defensa, el comercio, la salud y las educativas. Por otro lado, se verían más aún acelerados los estudios de Historia Natural. Por ello, se crearían otras nuevas instituciones como el *Colégio Médico-Cirúrgico da Bahía* (1808), la *Academia das Guardas-marinhas* (fundada en 1796 en Portugal y establecida en Brasil en el año 1808), la *Escola Anatômica, Cirúrgica, Médico do Rio de Janeiro* (1808), el *Real Horto* (1808), la *Biblioteca Nacional* (1811), la *Biblioteca Pública da Bahia* (1811). El objetivo principal era propagar los conocimientos y los estudios científicos. Fue de gran importancia el papel desarrollado por estas instituciones en la promoción del desarrollo científico.

También se establecieron algunos cursos como la asignatura de Ciencias Económicas, la de Teología, Dogmática y Moral, la de Cálculo Integral, Mecánica e Hidrodinámica, etc. Junto a ellos, sería promovida la sociabilidad intelectual, la discusión y la búsqueda científica mediante la creación de espacios asociativos como la *Real Sociedade Bahiense dos Homes de Letras* (1810), el *Instituto Acadêmico das Ciências e das Belas-Artes* (1816) o la *Academia Fluminense das Ciências e Artes* (1821).

Sería la propia imprenta y la institución consecuentemente instaurada la que impulsaría aún más la divulgación de conocimientos científicos. La repercusión más visible de la introducción de la imprenta en Brasil fue la circulación de periódicos que contribuyeron en la época para divulgar los asuntos científicos, como *O Patriota* y *O Idade d'Ouro no Brasil*, periódico en el cual fueron publicadas varias memorias dedicadas al estudio de la medicina.



Todas estas creaciones de D. João VI en el espacio colonial, cursos, instituciones educativas, huertos botánicos, bibliotecas, laboratorios, museos, imprenta, entre otros, contribuyeron para acelerar aún más la inserción de la colonia en la atmósfera de la Ilustración, consolidar el proceso de renovación cultural y científica, e institucionalización de las ciencias en Brasil. Por eso, este período es percibido hoy en día como una parte importante del proceso de institucionalización de la historia de la ciencia en el país.

En esta tesis de máster será estudiado el trabajo realizado por el astrónomo y geógrafo portugués Sanches Dorta. Como ya se ha mencionado, este científico portugués desarrolló actividades en diferentes campos de la ciencia en Rio de Janeiro, y posteriormente en São Paulo. Durante gran parte de su vida, estuvo sumergido en este contexto renovador que hasta el momento se ha presentado. Hombre de conocimiento, puso toda su sabiduría al servicio del Imperio colonial portugués. El objetivo que se pretende alcanzar es estudiar las actividades científicas de este portugués y su contribución en todo este proceso de institucionalización de la ciencia de la en Brasil, principalmente en Río de Janeiro y en menor medida en São Paulo, que hasta ahora ha sido muy poco considerado, por no afirmar desconocida, en este campo.

### **3. Bento Sanches Dorta: su vida**

### 3. Bento Sanches Dorta: su vida

#### 3.1. Consideraciones generales

Comprendido y diseñado el escenario en el que se encuadraban las relaciones entre Brasil y Portugal a finales del siglo XVIII, es el momento de centrar nuestra atención en el científico Bento Sanches Dorta. El lugar donde nació, donde inició su formación, el posterior espacio en el que practicó su trabajo científico, los cargos que desempeñó, sus relaciones con científicos contemporáneos, etc., todos ellos son factores extra-científicos que pueden tener grandes repercusiones en sus trabajos.

Muchos datos que se buscaron sobre este personaje no fueron encontrados, ni en la escasa referencia bibliográfica que hace referencia a él, que por lo general alude a los mismos aspectos biográficos del científico, ni en los archivos consultados. Por ejemplo, poco pude descubrir sobre la infancia de Sanches Dorta, o del período y transcurso de los años durante los cuales realizó sus estudios. También se ha tenido que deducir quién inspiró a Bento Sanches Dorta y le impulsó para realizar sus numerosos registros astronómicos y meteorológicos. Queda constancia de que, durante sus años de estudio en la Universidad de Coimbra, leyó las grandes obras de los científicos ilustrado del momento. De esta manera, se pudo inferir quiénes fueron su fuente de inspiración para sus prácticas científicas. Este tipo de información, desde mi perspectiva, puede ser bastante relevante para dibujar un retrato más preciso del personaje.

Gran parte de lo que a continuación se muestra es el resultado de una especie de unión de pequeñas piezas que fueron encontradas en diversas fuentes bibliográficas, especialmente en la *Biblioteca Nacional de Portugal*, la *Biblioteca de la Academia de Ciencias de Lisboa*, la *Sociedade de Geografia*, el *Arquivo Histórico Ultramarino* y la *Biblioteca de la Universidad de Coimbra*. Casi con toda firmeza puedo asegurar que muchas de las respuestas buscadas pueden encontrarse en archivos brasileños. Como ya se ha comentado y se profundizará más adelante, Sanches Dorta se trasladó a Brasil por motivos profesionales. Por ello, considero que gran parte de la información de este científico se encuentre actualmente en Brasil, lugar donde además realizó sus actividades científicas más conocidas. Pero por motivos operacionales me ha resultado imposible consultarlos. Pese a ello, quiero aquí hacer alusión al mundo de posibilidades

que internet pone al alcance de nuestra mano. Progresivamente, el número de obras digitalizadas es mayor, así como la facilidad que tenemos para encontrarlas, acceder a ellas y consultarlas, pudiéndose encontrar estas creaciones impresas en cualquier rincón del mundo. Este mundo virtual adyacente, y la colaboración de numerosos investigadores me han permitido cerrar este epígrafe de una manera, desde mi perspectiva, satisfactoria.

### 3.2. Una breve biografía

Consultando las principales enciclopedias biográficas y generales, la información que podemos encontrar de Bento Sanches Dorta es básica y simple, remitiéndose esencialmente a su fecha y lugar de nacimiento, y de defunción, así como a sus obras. No obstante, indagando más allá de la fuente bibliográfica básica, se ha podido encontrar información interesante sobre el transcurso vital de este científico.

Bento Sanches Dorta es descrito y conocido en multitud de obras como “... *astrónomo y geógrafo portugués de su majestad y socio de la Real Academia nacido en Coimbra en el mes de febrero de 1739*” (Stockler, 1805). Otros autores, como Carvalho (1985), se refieren a él exclusivamente con el calificativo de “astrónomo”. En cualquiera de los casos, como a posteriori veremos, este portugués no sólo se limitó a realizar trabajos geográficos o astronómicos. Otros campos científicos serían también de su interés.

Sanches Dorta nació y se crió en el seno de una familia humilde. Su padre, José Rodrigues Sanches, se dedicó al oficio de la orfebrería. Según Stockler<sup>10</sup> (1805), su progenitor, sin conocer o distinguir los campos de interés de su hijo, le inculcó su vocación por su propio oficio, ordenándole así que siguiera sus pasos. Este es un hecho importante a considerar pues, de cierta manera, nos da una idea de la devoción de Bento Sanches Dorta hacia el conocimiento. Aprovechaba todos sus momentos libres para ampliar su conocimiento, para “*aplicarse a las letras*” (Grande Enciclopédia

---

<sup>10</sup> Francisco de Borja Garção Stockler, por sus logros en la actividad académica, fue nombrado secretario de la Academia Real de las Ciencias de Lisboa en el año 1799. Asumiendo ese cargo, le fue encomendado elaborar elogios a diversas personalidades del medio académico y político, entre los cuales se puede citar a Sanches Dorta.

Portuguesa e Brasileira, 1979). Rodrigues Sanches no consiguió, pues, despertar el interés de su hijo por su actividad profesional a pesar de que estaba obligado a realizarlas.

No se sabe la fecha exacta pero si es conocido que el científico consiguió la *Patente de Alferes dos Auxiliares*, un pequeño grado militar que le permitió quedar exento de algunos cargos civiles. No obstante, no impediría que continuara dedicado al oficio familiar. Todas las obligaciones que por ello tenía sólo permitirían que su aplicación en las ciencias continuara siendo interrumpida, intermitente, parcial.

Durante el siglo XVIII, muchas obras científicas fueron escritas por franceses. Los nuevos conocimientos, las nuevas ideas y prácticas estaban cifradas en la lengua gala. Se pueden citar la obra de Brisson *Traité élémentaire ou principes de physique* (1781), o la obra por excelencia de la Ilustración *Encyclopédie*. Consciente de ello, Sanches Dorta comenzó a estudiar de forma autodidacta el idioma francés. Sabía que su dominio de esta lengua le permitiría leer obras contemporáneas de gran relevancia, y, de esta forma, acceder a los conocimientos más avanzados.

Como ya se comentó en el apartado anterior, tras las reformas pombalinas, el acceso a la Facultad de Matemáticas de la Universidad de Coimbra fue factible para aquellos que aún sin estar matriculados deseaban asistir como oyentes. Esta nueva situación beneficiaría a Sanches Dorta, el cual siguió como discípulo voluntario los cursos de Matemática. Stockler (1805) hace mención al sano anhelo del portugués por superar la humilde condición de sus progenitores, de ahí a que destinara parte de su tiempo a los estudios. Era consciente de que el conocimiento sería la mejor vía para conseguirlo.

Las nuevas teorías físicas surgidas tras la síntesis newtoniana demostraron una capacidad de explicación de los fenómenos de la naturaleza y de previsión de futuro hasta el momento desconocido. Estas ideas ejercieron cierta influencia en las acciones político-administrativas llevadas a cabo por el Estado Absolutista portugués. Y fue en este ambiente en el que se formó Sanches Dorta.

Todo lo hasta ahora expuesto, nos lleva a reconocer el interés innato de Bento Sanches Dorta por la ciencia. Además de enfrentarse de alguna manera a su condición natural, lo

cual le obligaba a realizar encargos enormemente pesados solicitados por la población o por la policía interior de la ciudad, inició y realizó sus estudios universitarios, en un centro en el que se habían producido bastantes cambios con respecto a su situación precedente. No obstante debemos indicar que el hecho de que Sanches Dorta pudiera asistir a la Universidad, aún en condición de oyente, nos incita a reflexionar sobre su situación económica. Fijémonos en que la simple posibilidad de que el portugués pudiera asistir a las aulas nos deja ver que disponía de tiempo para ello, y que a su vez, desde un punto de vista económico también podía permitírselo. Es decir, como alumno voluntario que era estaba exento de pagar el importe de la matrícula. No obstante, si que podía concederse la licencia de dejar de trabajar durante unas horas para presenciar las clases. Por ello, quizás podríamos deducir que la situación económica de Sanches Dorta y su familia no era pésima. Aún perteneciendo a la clase trabajadora, disponía de algunos recursos económicos que le permitiría dedicar parte de su tiempo al estudio y el conocimiento.

Cabe aquí llamar la atención a la afición de Sanches Dorta por la poesía. A pesar de no haber podido rescatar ninguna de sus creaciones, si que dedicó parte de su tiempo al estudio de este género literario (Stockler, 1805). No obstante, nunca mostró pretensiones al respecto, ni trató de ser reconocido en este ámbito de interés. Es más, esta diversidad de ocupaciones y de campos abiertos, era un rasgo común entre los interesados por el conocimiento en aquella época. Fijémonos en que, si Sanches Dorta es recordado por algo hasta el momento, es por su rigor científico.

Cuando concluyó sus estudios universitarios, se inscribió para solicitar la admisión en el cuerpo de ingeniería de la armada portuguesa (Marques dos Santos, 2005). La Junta de los Tres Estados le graduó como capitán. No obstante, su pretensión no fue considerada por situaciones externas como la muerte del Rey D. José y el cambio de Ministerio que conllevó.

En cuanto a aspectos de su vida personal, sabemos que Sanches Dorta tuvo una hija llamada Joaquina Sanches Dorta. Como se puede leer en la revista "*O Independiente*" del día 14 de enero del año 1822, el portugués le dejó en herencia su obra "*Tratado de Geometría, sobre o papel, e sobre o terreno*". En el inicio de la misma obra aparece dicha declaración. No obstante, su hija ofrecería esta creación en la sesión 278 de la

Corte de Oporto a la Comisión de Instrucción Pública junto a otro trabajo titulado “*Planetario para o Rio de Janeiro para o anno 1799*”. Así queda recogido en el *Diario del Gobierno* del mismo 14 de enero del año 1822. Se sabe que Joaquina Sanches Dorta vivió en Portugal, probablemente en la freguesía Aguada da Cima, en Aveiro. Se casó con el doctor Manoel Gomes de Bezerra Lima e Abreu, con el cual además tuvo un hijo Rafael Bezerra Sanches da Horta Abreu e Lima (véase *Relação e Índice alfabetico dos estudantes matriculados na Universidade de Coimbra de 1817 a 1818, suas naturalidades, filiações e moradas*, p. 5).

Los conflictos entre España y Portugal y los acuerdos alcanzados como solución en el Tratado de San Ildefonso (1777) tuvieron repercusiones directas en la vida de Sanches Dorta. La necesidad de una nueva y definitiva regulación de los límites territoriales de ambas Coronas, de distinguir la línea de demarcación de sus territorios e impedir futuros conflictos por la infracción del nuevo acuerdo hizo indispensable que ambos reyes reclutaran a astrónomos y geógrafos para trasladarlos a los territorios coloniales. En la época se crearon cuatro misiones mixtas de demarcaciones, cuyas zonas de actuación estaban perfectamente definidas. En cada una de ellas había dos ingenieros, dos astrónomos y dos comisarios (Malaquías, 2003). Se convirtió ésta en una ocasión laboral inesperada para el portugués. Así, Sanches Dorta, ya conocido por su carrera meritoria en el Ministerio, fue llamado e incluido para la realización de dicha tarea (Mourão, 1987).

La partida al otro continente tuvo lugar a principios del año 1781, ya con la reina Dña. María I en el poder. Los servicios de montaje de la expedición fueron supervisado por Miguel António Ciera, encargado también de organizar el envío de personal y material (Carvalho, 1985). Junto a Sanches Dorta iba Francisco de Oliveira Barbosa otro astrónomo bastante influyente en la época. Llegaron a Río de Janeiro concretamente el día 6 de abril del mismo año (Sanches Dorta, 1797b, p.351). No obstante, una vez allí, como consecuencia de las dificultades diplomáticas y políticas existentes, estuvo siete años sin recibir órdenes definitivas. Por este motivo, fue imposible que Sanches Dorta continuara su viaje para el reconocimiento de los bordes entre la Capitanía de São Paulo y la Corona Española en Sudamérica (Mourão, 1987).

A pesar de las controversias, gran parte de este período lo dedicó a asuntos científicos, como así lo demuestra en sus obras. No sólo determinó la latitud y la longitud de Río de Janeiro y São Paulo, medidas con las cuales mostró el enorme error que existía hasta el momento en el *Roteiro marítimo*, si no que además realizó innumerables observaciones meteorológicas y astronómicas. Cabe aquí destacar que sus registros fueron tomados desde el que en un futuro sería el Observatorio Astronómico de Río de Janeiro, creado por el gobierno lusitano y situado en el Castillo. En el año 1730, de acuerdo con el Padre Serafim Leite, se instaló un observatorio por los jesuitas en la parte más alta del castillo<sup>11</sup>. Fue en este mismo lugar en el que Sanches Dorta realizó sus anotaciones (Sanches Dorta, 1797b).

La necesidad de reclutar a buenos astrónomos y especialistas se conjugaba con la necesidad de contar con buenos y fiables instrumentos matemáticos y físicos, que les permitiera realizar las labores encomendadas con precisión y exactitud. Los instrumentos que Sanches Dorta usó para realizar sus registros tanto astronómicos como geográficos o meteorológicos fueron encargados a fabricantes de instrumentos que residían en Londres, los mejores del momento. Llegarían a Río de Janeiro el día 11 de junio de 1781, en la fragata llamada São João Baptista, siendo el capitán de la misma Guilherme Roberto. Sanches Dorta firmó personalmente la recepción de esta colección de instrumentos, traídas por el astrónomo Luiz de Cobos (Mourão, 2009).

En aquel momento, la sociedad colonial estaba constituida básicamente por tres categorías: la de los colonizadores, la de los colonos y la de los colonizados. Bento Sanches Dorta pasaría a formar parte de esta segunda categoría. Durante su estancia en el nuevo continente, Sanches Dorta fue portador de la formación académica adquirida a lo largo de sus años de estudios y a posteriori, tanto de forma tutorizada como de manera autónoma. Su formación científica de base fue reavivada y renovada a lo largo de su vida por la lectura de bibliografía contemporánea. Fue, en consecuencia, también difusor, modelo, patrón, del desarrollo de científico. Transportó en sus anotaciones una preocupación por lo observado y explicable, por el avance...No obstante, sus acciones pocas repercusiones directas o influencia tuvieron sobre aquellos que le rodeaban.

---

<sup>11</sup> Así lo especifica Gilberto Henrique Buchmann en su obra *Seis mil anos de história do céu, Cronologia astronômica*, disponible en Internet.



Por las características de la labor que Sanches Dorta realizó, se puede extraer que fue una persona paciente y constante en su trabajo. Durante los ocho años que estuvo en Brasil, hizo registros meteorológicos diarios de variables como la temperatura, presión, humedad, velocidad del viento y el estado del cielo. A partir de los valores diarios extrajo conclusiones a nivel mensual. En aquel momento, se relacionaban los fenómenos atmosféricos con leyes invariables. Como consecuencia de las mismas, un rasgo que le era asociado a estas rarezas era su periodicidad. Es quizás precisamente este el motivo, el interés por descubrir los principios asociados a este tipo de eventos y sus rasgos, el que llevaría a Sanches Dorta a realizar esta labor tan rigurosa y perseverante.

El mismo interés mostró por la observación de fenómenos astronómicos (eclipses, ocultación planetaria, luz zodiacal, episodios aurorales...). Siendo entonces el desarrollo teórico en este campo era más avanzado que el del ámbito meteorológico, los registros y la posibilidad de realizar predicciones acerca del movimiento de los astros fueron motivo de gran interés para Sanches Dorta. Yendo más allá, trató de encontrar la posible relación existente entre las lecturas meteorológicas que el mismo realizaba y la posición lunar siguiendo el método del físico italiano Guiseppe Toaldo (1719-1797).

Consolidando su trayectoria científica, el 20 de Octubre del año 1787 Sanches Dorta fue nombrado socio de la *Academia Real das Ciências* de Lisboa. En la actualidad, la información sobre el registro de este científico está disponible en la Biblioteca de dicha Academia, concretamente en su carpeta personal. Como posteriormente veremos, sus trabajos quedaron publicados en diferentes tomos de las *Memorias da Academia Real das Ciências de Lisboa*. Las publicaciones en estos volúmenes acerca del Brasil colonial objetaban el reconocimiento exacto de la colonia; su clima, sus grupos sociales y sus productos naturales tanto agrícolas como mineros. Las obras de este científico hacen eco de ello. De esta forma muestra y queda vigente cómo llevó consigo los conocimientos adquiridos durante sus años de estudio universitario. Su búsqueda e investigaciones, presente en sus obras, se caracterizan por seguir de manera rigurosa los procedimientos científicos de la época (véanse sus obras en los tres primeros tomos de las *Memorias das Academia das Ciências de Lisboa*). A su vez, Sanches Dorta participó en la Sociedad Literaria de Río de Janeiro. Así pudo gozar del conocimiento literario de la época, aprender y contribuir en el mismo. Además, esta implicación le permitió

profundizar en el seno de la cultura portuguesa y ser partícipe de ella (Tuna, 2009). Es por su contribución en esta sociedad que hoy en día podemos saber del interés del portugués por otros problemas de la época, como era la producción de frío o hielo.

Tras permanecer siete años en Río de Janeiro, concretamente desde el año 1781 hasta el 1788, en junio de este último año, Sanches Dorta fue enviado a la ciudad de São Paulo (Grande Enciclopédia Luso-Brasileira, 1979). A pesar de trasladarse a este otro lugar de la geografía brasileña, la labor que le fue encomendada en primera instancia por la Corona portuguesa, tampoco la realizaría aquí. Los conflictos y obstáculos políticos que lo impidieron mientras estaba en Río de Janeiro persistían entonces, de manera que fue imposible su dedicación al estudio de las fronteras. No obstante, en esta ciudad continuó realizando las mismas observaciones meteorológicas y astronómicas que venía practicando previamente en Río de Janeiro. Aunque fueron publicados sus registros meteorológicos realizados los tres últimos meses del año 1788, desafortunadamente no se han encontrado las observaciones que realizó los años posteriores. Entre otras tareas que realizó, determinó de forma precisa las coordenadas geográficas de São Paulo. Por otro lado, según Marques dos Santos (2005), Sanches Dorta también era químico. De esta forma, aprovechó este conocimiento para analizar las aguas de algunas riberas y fuentes de dicha ciudad. Más adelante profundizaremos en la actividad química del científico.

Bento Sanches Dorta murió en São Paulo el día 21 de diciembre de 1794, a los 55 años de edad, sin poder de esta manera ejecutar la tarea que en su partida al otro continente le fue encomendada. No obstante, como ya se ha mencionado y en las siguientes secciones se analizará y describirá, si que realizó otras muchas contribuciones científicas.

En los archivos consultados, no encontré evidencias más precisas de las actividades de Sanches Dorta. Quiero aquí resaltar de nuevo que no fue posible, dentro de los límites de un trabajo de Máster, ampliar la información existente en los archivos portugueses o realizar una búsqueda profunda en los brasileños, donde quizás todas las cuestiones aquí planteadas podrían ser mejor explicadas. No obstante, deseo mostrar mi opinión sobre la actividad científica de Sanches Dorta. Como se ha podido recrear, este portugués nació en el seno de una familia humilde, que tenía poco o ningún interés por la ciencia. En este contexto, la inclinación creciente por él hacia el conocimiento tiene una valía

adicional. Su entorno cercano no tuvo como propósito fomentar en él interés alguno por diferentes ámbitos científicos. Lejos de eso, le obligaba a realizar otros quehaceres ajenos y distantes a aquello que realmente quería: aprender, conocer, investigar. No obstante, Sanches Dorta tuvo a su favor el ambiente ilustrado que caracterizó la época, elemento indispensable sin el cual su desarrollo no se habría realizado. Pudo empaparse, aunque de forma autodidacta inicialmente y tras su formación en la Universidade de Coimbra, de las ideas ilustradas, de los nuevos conocimientos y hábitos. Y así lo demostró en sus creaciones.

## **4. Bento Sanches Dorta: sus Obras**

## **4. Bento Sanches Dorta: sus Obras**

### **4.1. Aspectos globales**

Escapar del siglo XXI para adentrarse en el siglo XVIII no es simplemente volver al pasado, mirarlo fijamente o recrearse en él como si fueras un observador ajeno. Realmente, tal y como la propia historia de la ciencia muestra, se trata de retomar lo antiguo, lo acontecido, desde una perspectiva objetiva para tratar de comprender, desde una panorámica global, aquello que ocurrió, lo que se vivió en aquel periodo. Las fuentes primarias son fundamentales para navegar en este pasado. Sin ellas, sin su conservación y su legado, el ayer habría tenido hoy una redacción muy distinta. Reincidiendo en lo anterior, la misma importancia tiene la perspectiva de la que parte el que lo estudia, y el enfoque que le da a lo estudiado.

Como ya se ha comentado, el contacto con el Nuevo Mundo permitió al europeo conocer nuevas tierras, nuevas costumbres. Lo desconocido, el posible objeto de estudio, se convirtió en el centro de interés. La naturaleza americana y la europea, poco tenían en común. Durante los siglos XVI y XVII, las utopías medievales eran retratadas en muchos de los relatos que los viajeros elaboraban sobre las novedades del Nuevo Mundo. No obstante, alcanzado el siglo XVIII, con el pleno auge de la Filosofía Natural, del método matemático, de las clasificaciones y sistematizaciones de la naturaleza, los mitos, las fábulas, cayeron progresivamente en el olvido. Sin embargo, siguieron elaborándose obras científicas de este período en las cuales se puede apreciar una permanencia de aspectos literarios (Lepénies, 1996). En esta sección se comprobará que este rasgo no puede apreciarse en los trabajos de Sanches Dorta.

El material básico utilizado para la elaboración de este apartado está constituido por las trabajos publicadas de Bento Sanches Dorta y sus manuscritos. La búsqueda de esta información se realizó en las principales bibliotecas de Portugal que de alguna manera, pudieran contener algún registro sobre el autor, tratándose de una fuente primaria o secundaria. Fueron consultadas, como en el apartado precedente se mencionó, la Biblioteca Nacional de Lisboa, la Biblioteca de la Academia de Ciencias de Lisboa, la Sociedade de Geografia, el Arquivo Histórico Ultramarino y la Biblioteca de la Universidad de Coimbra.

Al estudiar los trabajos de este científico, nos proponemos como motivo de análisis unas fuentes que hacen referencia directa, que muestran una metodología, una práctica propia de esa ciencia moderna en expansión y de la cual el autor es representante emblemático. El portugués reflejó en sus escritos ideas, destrezas, hábitos que estaban en expansión, que había aprendido y consecuentemente, trataba imitar. Entre estas podemos citar la idea de que el estado atmosférico al igual que fenómenos astronómicos podían ser estudiados y sistematizado por la ciencia. Estas teorías, que evidentemente no fueron elaboradas originalmente por Sanches Dorta, fueron utilizadas por él mismo tras el conocimiento que adquirió con la lectura de otros intelectuales en su período de estudios universitarios. El portugués representa así a un hombre moldeado por la educación.

Como veremos, la mayoría de sus creaciones se caracterizan por su rigor científico, la mera descripción de los fenómenos que observaba, y en algunos casos, su vinculación con ideas predominantes sobre ello. Sanches Dorta se coloca como un observador simple, relata sus anotaciones y registros. El observador se excluye lo máximo posible de la descripción que aporta, sumamente objetiva. Trata de distanciarse del objeto que se describe, evitando manchar el relato de un posible carácter subjetivo. Y lo consigue. Sus trabajos se pueden caracterizar por su sistematización, su orden, por ser lo más exhaustas posible desde una perspectiva científica.

El conjunto de información contenida en los trabajos del portugués estaba basada en la observación y la experimentación. El conocimiento científico que procuraba el portugués tenía que ser práctico y experimental. La ciencia a la que dedicaba su día era aquella que tenía como función observar hechos físicos y astronómicos, situaciones que permitirían a su vez resolver problemas prácticos. A estas características se le puede relacionar el carácter analítico y provechoso que él mismo vinculaba a sus estudios. Estos podían contener grande valor y múltiples potencialidades desde una perspectiva científica. De esta forma, se puede afirmar que el conocimiento científico estaba integrado en un programa que, desarrollado en una institución que se encontraba bajo la tutela de la Corona portuguesa - la Academia Real de las Ciencias -, tenía grandes repercusiones en la ciencia.

En esta sección trataremos de hacer una recopilación de todos los trabajos encontrados de Sanches Dorta. Su contenido será resumido pero no será analizado en profundidad. Nuestro objetivo será crear un catálogo de sus creaciones, presentar todos los escritos del autor e informar de su localización y estado, resumir brevemente el asunto tratado,... En definitiva, queremos informar de sus características de modo genérico, sin pararnos a analizar los asuntos tratados que, por el rigor científico que le caracteriza, principalmente deben estudiarse desde una perspectiva analítica y cuantitativa. Comenzaremos con sus publicaciones en las Memorias de la Academia de las Ciencias de Lisboa y continuaremos con los manuscritos encontrados de su autoría.

#### **4.2. Publicaciones en las Memorias de la Academia de las Ciencias de Lisboa**

A lo largo de los siglos XVII y XVIII, en casi todos los países europeos, el movimiento académico, es decir, la búsqueda de una institucionalización de entidades colectivas con fines científicos, tomó cuerpo. Para impulsar la investigación, divulgar y promover la aplicación de nuevos conocimientos científicos y técnicos se vio necesaria la fundación de instituciones que facilitaran la puesta en marcha de dichos objetivos. Surgió, por tanto, una nueva forma organizativa de la ciencia europea. Es a partir de entonces que los estudios centrados en las instituciones científicas, como pudieran ser las Academias de Ciencia, y las prácticas culturales de las mismas comienzan a ser tema de interés. En países como Inglaterra, Francia, Alemania, Rusia e Italia, se inició la constitución de sociedades, de academias, que si bien en un principio se restringían al ámbito local, regional o nacional, no tardaron mucho en cruzar fronteras.

El auge de la relación entre el científico y su público (normalmente también restringido a personajes influyentes del mismo ámbito) así como las prácticas que dentro de una comunidad científica han de llevarse a cabo (debates científicos, redes de intercomunicación...) fueron procuradas con insistencia por todos los miembros de estas asociaciones en acto y en potencia (Carolino, 1997). De esta forma, mediante el intercambio de información y el encuentro entre personas con intereses intelectuales idénticos y portadores de nuevos descubrimientos, surgieron inicialmente reuniones de

carácter informal, que conducirían a la fundación de las academias científicas de la era moderna. Estas instituciones continuarían procurando los mismo fines: promover el contacto directo entre investigadores favoreciendo con ello el intercambio de ideas.

Como ya se hizo mención, concretamente en Portugal, y principalmente a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, se crearon diversas academias. Los asuntos científicos y los lingüísticos eran los que más auge tenían en su seno. En concreto, el día 24 de diciembre del año 1779, con la aprobación regia de sus estatutos, se creó la última academia fundada en el siglo XVIII, la Academia Real de las Ciencias de Lisboa. Pasados siete meses, el día 4 de julio del año siguiente, se realizó la primera sesión pública. La fundación de esta institución surgió dentro del ideal ilustrado y de la preocupación por parte de la Corona portuguesa por salir de la crítica situación en la cual se encontraba en aquel momento. Promover los estudios para un mejor aprovechamiento del amplio patrimonio de la corona y la consolidación del Imperio Luso-Brasileño en ese siglo tan agitado fue el principal objetivo que impulsó esta creación.

Recordemos aquí que las academias comenzaron a surgir en Lisboa en el siglo XVII. Podemos mencionar concretamente la fundación de la *Academia de los Singulares* en el año 1628. No obstante, todas estas instituciones de finales del siglo XVI y principios del XVII, tenían una fuerte orientación hacia asuntos literarios, poéticos y, en algunos casos, incluso religiosos.

Intelectuales de origen brasileño y portugueses fueron acogidos en la Academia portuguesa. Todos ellos, con sus reflexiones y obras, contribuyeron al desarrollo social, económico y científico tanto de Portugal como de sus colonias en América. La Academia Real de las Ciencias fue, y es, lugar de actuación de intelectuales académicos, abrigo de informaciones y experiencias que contribuyeron, y asisten, al logro de un mejor conocimiento. Con la presentación y publicación de memorias, actas y volúmenes científicos, el progreso de la ciencia estaba asegurado y la difusión de una nueva política cultural se realizaría de manera inconsciente. Fue así fomentado el intercambio de información sobre diversas materias: literatura, historia natural, especímenes minerales y vegetales o astronomía, entre otros.



En la sección previa, vimos que Sanches Dorta fue socio de la Academia de Ciencias. Concretamente, fue designado miembro electo de la misma el día 20 de octubre del año 1787. En enero de 1789, transcurrido algunos meses de esta designación, el científico portugués alcanzó la categoría de Socio Libre de la clase de matemática. Actualmente toda esta información está disponible en el archivo personal de Bento Sanches Dorta situado en la misma sede de la Academia en Lisboa. También en la página web oficial de la Academia se puede consultar gran parte de la información sobre sus socios. Cabe aquí indicar que a lo largo de los años fueron publicados diversos volúmenes de las *Memórias*, dedicadas a diferentes áreas científicas, como las *Memórias de Agricultura* (1788-1791), las *Memórias Económicas* (1789-1815), *Memórias da Academia Real das Sciencias de Lisboa* (1797-1856) y, más recientemente, las *Memórias da Academia, Classe de Ciências* (a partir de 1936).

Sanches Dorta se preocupó por la propagación y difusión de sus conocimientos así como registros científicos. Estos motivos le llevaron a elaborar diversos trabajos a partir de sus observaciones y prácticas diarias. Su objetivo fue publicar los resultados obtenidos en las Memorias de la Academia de la cual era socio, costumbre a la par que deseo común de todos sus integrantes. En total, desde el año 1799 al 1812, doce artículos de la autoría de este científico fueron escogidos para su publicación. Podemos encontrar estos trabajos en los tres primeros volúmenes de las *Memórias*. Estos son:

- Observações Astronomicas feitas junto ao Castelo da Cidade do Rio de Janeiro para determinar a Latitude, e Longitude da dita Cidade
- Descrição de hum monstro de especie Humana, existente na Cidade de São Paulo na America Meridional.
- Observações Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro
- Observações Astronomicas feitas na Cidade do São Paulo
- Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1784

- Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1785

- Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1786

- Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1787

- Taboas, e Diario Meteorologico pertinentes, no Anno de 1788

- Diario Physico-meteorologico de Outubro do anno de 1788 da Cidade de São Paulo na America Meridional e Oriental

- Diario Physico-meteorologico de Novembro do anno de 1788 da Cidade de São Paulo na America Meridional e Oriental

- Diario Physico-meteorologico de Dezembro do anno de 1788 da Cidade de São Paulo na America Meridional e Oriental

- Observações dos Satélites de eclipses de Júpiter, feitas em São Paulo com hum Óculo achromatico de 17 polegadas de fóco

- Observações do anel de Saturno do mesmo anno de 1789 e com o mesmo Óculo pequeno de 17 polgadas de foco

A continuación me centraré en cada uno de estos trabajos. Mostraré un breve resumen, dónde se encuentran disponibles, y una pequeña contextualización del asunto principal tratado en los mismos serán mostrados.

#### **4.2.1. Observações Astronómicas feitas junto ao Castelo da Cidade do Rio de Janeiro para determinar a Latitude, e Longitude da dita Cidade**

La determinación de la longitud y de la latitud de Río de Janeiro, fue una de las tareas más importante realizadas por Sanches Dorta y por la que además hoy en día es recordado (Stockler, 1805; Carvalho, 1985; Mourão, 1987). Tal y como en dichos trabajos se especifica, con estas mediciones pudo determinar el error existente hasta el momento en el *Roteiro Marítimo*. Las medidas que anotó para este fin, las observaciones que realizó, y otro tipo de registros, como la observación de los eclipses de los satélites de Júpiter, o de luna, todas ellas medidas de las cuales Sanches Dorta se serviría para alcanzar su objetivo último, aparecen en esta trabajo. Este artículo de veinte páginas fue publicado en el primer tomo de las Memorias de la Academia de Ciencias de Lisboa, en el año 1797 (Sanches Dorta, 1797a, pp. 325-344).

La obra podría dividirse en diferentes secciones. Inicialmente, Sanches Dorta escribe unas breves notas sobre los instrumentos que utilizó en sus mediciones. Tal y como especifica en una breve introducción, se servirá de un cuadrante, un anteojo y un péndulo de segundo para medir distancias, observar los astros, y determinar el tiempo exacto en el que ocurrirían algunos fenómenos. A partir de aquí, el portugués comenzó a presentar sus medidas.

En primer lugar, Sanches Dorta mostró sus anotaciones y cálculos realizados a partir de las mismas para determinar de la latitud de la ciudad. Explicita así, inicialmente y de forma detenida, los pasos cuantitativos seguidos para calcular la latitud de la ciudad. Hizo uso para ello de la determinación con el cuadrante de la distancia aparente del limbo superior del Sol al cenit al cruzar por el meridiano del observador, del valor de la declinación del Sol el día de la observación, así como de las correcciones pertinentes de los errores introducidos por los instrumentos utilizados. Con todos estos datos, y tras realizar los cálculos pertinentes, obtuvo un valor final de este parámetro. Realizó este procedimiento diferentes días del mismo año durante los meses de octubre y noviembre, anotando todos los valores en una tabla de cinco columnas: la primera hacía referencia al mes y día concreto en el que se realizaba la observación; en la siguiente columna apuntaba el valor de la distancia aparente obtenido de la observación en grados, minutos y segundos; era en la tercera columna en la cual aparecían los valores de las

correcciones en minutos y segundos aplicadas a los registros observacionales; en la cuarta mostraría el valor de la declinación del Sol también en las mismas unidades y, por último, en la quinta columna expondría el valor final de la latitud teniendo en cuenta todos los datos previos. Sanches Dorta calculó la latitud mediante la media aritmética de todos los valores obtenidos. Se puede suponer que el cálculo detallado inicial lo publicó para ejemplificar el procedimiento cuantitativo seguido. Fijémonos en que, posiblemente, los motivos que le indujeron a mostrar todo de esta manera es que mientras el procedimiento de medición seguido era algo ya conocido en la época, Sanches Dorta conocía la dependencia de los valores de la latitud con el día, y el error que los instrumentos utilizados y la observación podría introducir. De ahí a que considerara fundamental anotarlos en su publicación.

A continuación el portugués muestra en su trabajo cómo vuelve a calcular la latitud siguiendo un proceso similar pero tomando para su observación otros puntos de referencia. De esta manera, durante el mes de marzo del año siguiente, el 1782, Sanches Dorta se serviría de las distancias aparentes al cenit en el cruce de su paso por el meridiano del observador de estrellas como las dos más brillantes de la constelación de Géminis, (Pólux y Castor), la estrella más luminosa en la constelación del Can Menor, la estrella (Porción), la Sirio o Sirius, y así hasta un total de 12 estrellas. De nuevo, aplicando las correcciones instrumentales necesarias sobre las medidas observacionales y eliminando los errores debidos a la refracción, Sanches Dorta obtuvo un valor final de esta distancia con cada una de las estrellas. Todos los datos fueron mostrados en una tabla similar a la utilizada previamente para calcular la latitud a partir de la distancia del limbo superior de Sol al cenit (véase la Figura 2). Calculando el valor medio de todos los obtenidos, determinó la latitud. Cabe aquí indicar que la diferencia entre el valor final de este ángulo determinado mediante los dos procedimientos es ínfima, apenas 30 décimas de segundo, lo cual confirma la validez de sus medidas.

Março de 1782.	Distancias apparentes das Estrellas ao Zenith.	Correção do instrumento, ao e Refracção.	Declinação das Estrelas.	Altura apparente do pólo do Rio de Janeiro.
	Gra. Min. Seg.	Min. Seg.	Gra. Min. Seg.	Gra. Min. Seg.
$\gamma$ de Pollux.	39 23 18	+ 4 40	16 33 51 B	22 54 7
$\beta$ de Pollux.	51 21 20	. 4 57	28 31 55 B	22 54 22
$\alpha$ do Castor.	55 9 50	. 5 7	32 20 40 B	22 54 17
Procião.	28 36 0	. 4 27	5 46 25 B	22 54 2
Sirius.	6 24 34	. 4 6	16 25 31 A	22 54 11
$\delta$ do Cão gr.	4 58 3	. 4 5	17 52 4 A	22 54 12
$\zeta$ do Navio.	16 26 3	. 4 15	39 24 9 A	22 53 51
$\gamma$ do Navio.	23 43 44	. 4 22	46 42 21 A	22 54 15
$\epsilon$ do Navio.	35 50 25	. 4 36	58 49 14 A	22 54 13
$\delta$ do Navio.	30 36 15	. 4 28	53 55 10 A	22 54 27
$\downarrow$ do Navio.	19 35 17	. 4 19	42 33 53 A	22 54 17
$\alpha$ da Hydra.	15 6 42	. 4 15	7 43 31 A	22 54 28
Altura media do pólo do do Rio de Janeiro.				22 54 13,5
Latitude Austral do Rio de Janeiro.				20° 54' 13"

Figura 2. Tabla con las distancias aparentes de algunas Estrellas al cenit, en el momento de su cruce por el meridiano, para determinar la altura del polo de Río de Janeiro.

La publicación continúa mostrando los procedimientos necesarios para determinar la longitud del lugar. En este caso, para este fin fue propuesta la observación de los eclipses de los diferentes satélites de Júpiter a lo largo de los años 1781 y 1782, tanto en Lisboa como en Río de Janeiro. De esta manera, Sanches Dorta muestra para cada satélite, el mes, el día, y la hora exacta a la cual da comienzo el eclipse, así como el estado del cielo que acompañaba a dicha observación. Utilizó esta metodología durante esos dos años registrando en total de 77 eventos de este tipo. El encargado de realizar las observaciones de estos fenómenos en Lisboa fue Miguel Antonio Ciera. Cabe aquí indicar que no disponemos de los registros originales del lisboeta. En el trabajo aparecen anotados el lugar de observación, apareciendo en primer lugar el dato correspondiente a Lisboa, el tipo de evento (es decir, si se produjo una emersión o inmersión), el satélite involucrado, el día, el mes y el año, junto con la hora de observación del evento. A continuación, muestra el momento de la observación en Río de Janeiro, a partir de lo cual calcula la diferencia de los meridianos de observación en horas, minutos y segundos. Con todas estas diferencias, Sanches Dorta anota, tras calcular el valor medio correspondiente, la diferencia media entre los meridianos de

Lisboa y Río de Janeiro y, con ello, la longitud de esta última ciudad con respecto a esta referencia.

En la siguiente sección del trabajo, el portugués se propone dar otra estimación del valor de la longitud pero, en esta ocasión, haciendo uso de datos obtenidos de eventos similares ocurridos en el año 1783. Así, en primer lugar describe la observación del eclipse de Luna ocurrido el 10 de septiembre de dicho año. Para ello, anota el tiempo verdadero en el cual suceden los distintos eventos que caracteriza a este acontecimiento astronómico, como puede ser el inicio de la penumbra, de la inmersión,... entre otros. Detalla, de forma minuciosa, el progreso de este eclipse. Con ello, da paso una descripción formal, en la cual muestra las características externas que presenta la Luna durante la observación, sus manchas, los rasgos visuales que acompañaron al evento, etc. Sanches Dorta anota todas aquellas observaciones que pudieran ser interesantes. A su vez, no deja lugar para las aportaciones personales. Es riguroso y preciso en la observación y en la descripción, y así lo refleja en este trabajo. El cálculo de la longitud a partir de estas observaciones será mostrado en una sección posterior. La diferencia que existe en este caso de estudio con respecto al anteriormente referenciado es que Sanches Dorta hace uso de las observaciones de dicho eclipse desde París y Greenwich. De esta manera, informando de ello previamente, y pasando a realizar los cálculos *pertinentes a posteriori* determina el valor de la longitud de Río de Janeiro. Hace uso, en este caso, de siete acontecimientos que ocurrieron durante todo el eclipse: principio del eclipse, inmersión de Tycho, inmersión total, etc. Comparando la hora a la cual se observan estos eventos en Greenwich y Río de Janeiro obtiene una serie de valores de la diferencia entre los meridianos, de cuyo valor medio extrajo la longitud de esta última ciudad. Cabe aquí indicar que Sanches Dorta no especificó de manera detallada en este trabajo las diferencias entre los meridianos de París y Río de Janeiro. No obstante sí que comenta que debido a la discrepancia entre estos resultados y los otros, tuvo que escoger ocho medidas del total, y utilizar sólo estas para su cálculo.

Como ya fue comentado, antes de realizar el cálculo de la longitud haciendo uso de las observaciones del eclipse de Luna del 10 de septiembre de 1783, Sanches Dorta intercaló en este trabajo otros apartados. No sabemos por qué escogió este orden para mostrar sus conclusiones, lo cual llama nuestra atención. El portugués se caracteriza por

mostrar su información de manera ordenada y clara, y de ahí a que pueda resultar extraño.

Continúa mostrando las observaciones de eclipses de los cuatro satélites de Júpiter durante el año 1783. En este caso, tampoco realiza una tabla para mostrar todas sus anotaciones, si no que las registra de manera continuada, descriptiva. No obstante, Sanches Dorta sigue un orden semejante al de los años previos para ello. Así, comenzando por el primer satélite y siguiendo un orden ascendente, muestra, en primer lugar, el mes y el día de la observación, indicando también la hora a la cual se produce el evento. Continúa nombrando el acontecimiento astronómico que estuviera observando y, por último, y sólo en algunas ocasiones, hace mención al estado del cielo en el momento de la observación. Este orden preestablecido es el que sigue con los cuatro satélites mostrando un total de 44 eventos de este tipo. A continuación, aparece en el mismo volumen una nota del editor quien compara sus medidas con las observaciones realizadas por Sanches Dorta. En total, calcula, a partir de 14 eventos ocurridos a lo largo de todo el año y observados por ambos, la diferencia horaria entre ambos meridianos.

Para concluir, en la última sección que compone este trabajo, Sanches Dorta hace referencia a las observaciones del mar que realizó en Río de Janeiro. Tras describir una serie de aspectos importantes sobre el estado de la marea, el portugués muestra las anotaciones realizadas algunos días y en ciertos meses de sus dos primeros años de estancia en esta ciudad, 1781 y 1782. Esta información, como se puede observar en la Figura 3, es mostrada en una tabla con cinco columnas.

Anno de 1781	Tempo da preamar.	Altura do mar na preamar.	Ventos domi- nantes.	Circunstancias das observações.
Mezes	Hor.Min.	Pal. Pól.		
Out. 16	2 24 T.		S. S. O.	Lua em conjunção ás 18 <sup>h</sup> 17'
17	2 48	7 4	S. O.	<i>Perigeo.</i>
18	2 49	8 4	S. O.	
31	2 45	6 0	N. O.	Lua em opposição ás 15 <sup>h</sup> 37'
Nov. 15	2 52	7 4	S. E.	<i>Apogeo.</i> no dia 30. Lua em conjunção ás 4 <sup>h</sup> 18'
30	3 0	4 0	S. E.	<i>Perigeo</i> no dia 13. Lua em opposição ás 10 <sup>h</sup> 7'
Dez. 15	3 0	4 0	S.	<i>Apogeo</i> no dia 27. Lua em conjunção ás 15 <sup>h</sup> 21' do dia 14.
1782				
Jan. 13	2 42	6 0	N. E.	Lua em conjunção ás 3 <sup>h</sup> 46'
14	2 53	6 0	N. E.	
15	4 15	6 0	N. O.	
28	2 0	7 0	S. S. E.	Lua em opposição ás 17 <sup>h</sup> 52'
Agost. 9	3 20	8 0	S. E.	Lua em conjunção no dia 8, ás 12 <sup>h</sup> 14'
16	8 45 M.	6 0	N. E.	Quarto crescente no dia 15, ás 13 <sup>h</sup> 4', Lua <i>Perigeo</i> no dia 16
17	9 35	1 7	N. O.	
19	11 40	5 0	N. E.	

Figura 3. Observaciones del mar.

Para concluir, quiero llamar la atención del carácter cuantitativo y meramente descriptivo que caracteriza a esta y todas las creaciones de Sanches Dorta. Es escueto en sus explicaciones siempre y cuando no lo considera necesario. Así, no se detiene a explicar cómo realizó sus observaciones. Fijémonos en que la metodología seguida por el portugués era la estándar. No obstante, no escatima espacio ni tiempo a la hora de mostrar el procedimiento seguido en sus cálculos, el método matemático al que recurre para ello. También hace referencia a la instrumentación de la que se sirve en su práctica observacional. Sabe que es fundamental disponer de buenas herramientas. Conoce la importancia que tiene realizar correctas observaciones, así como la relevancia de eliminar el posible error que pudiera incluirse en la medida por la imprecisión del instrumento utilizado o por la forma en la cual se realiza la medida. En definitiva, hace alego de un fuerte arraigo a las ideas científicas ilustradas, basando su investigación en la observación y las matemáticas.



#### 4.2.2. Observações Meteorológicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro

Aunque a finales del siglo XVIII en Portugal, la meteorología y la práctica observacional no estaban muy arraigadas Sanches Dorta, si que era sabedor de su práctica en el resto de Europa. Así lo demuestra en el inicio de este trabajo, haciendo referencia a los motivos que le llevaron a esa ciudad y a las actividades en la cuales decidió emplear su tiempo. El portugués lo manifiesta en el transcurso y desarrollo del mismo, mostrando las observaciones meteorológicas que registró durante los tres primeros años de estancia en Brasil, así como describiendo los principales eventos meteorológicos que pudo presenciar. Este trabajo ocupa un total de 33 páginas (Sanches Dorta, 1797b, pp. 345-378).

Tras dedicar los párrafos iniciales a explicar los motivos que le llevaron a encomendarse en esta tarea, Sanches Dorta se preocupó por dar una breve reseña sobre el termómetro y sus diferentes escalas. Cabe aquí indicar que fue encontrado, en la Biblioteca de la Academia de las Ciencias de Lisboa, un manuscrito de dicho autor en el que muestra todas estas anotaciones algo más ampliadas. Será analizado con detenimiento en la sección posterior, destinada al análisis de los manuscritos encontrados de Sanches Dorta que han sido localizados. No obstante, sí que me gustaría mencionar aquí que, en las cuatro páginas que el portugués destina a este motivo, demuestra tener amplios conocimientos en el tema y ser sabedor de los últimos avances científicos en este ámbito. Utiliza un lenguaje riguroso y científico para su explicación.

Antes de pasar a mostrar sus registros meteorológicos anotados, Sanches Dorta vuelve a recalcar la importancia que puede tener para el observador y para la mejora del país su empeño durante años en esta práctica. Así, indica que a partir de ellos se pueden obtener "*aforismos utilísimos para la agricultura, la medicina y la navegación*" (Sanches Dorta, 1797b, pp.350). Se contempla, pues, cómo el portugués reconoce la utilidad de esta ciencia en la mejora de otras prácticas a pesar de su escaso desarrollo teórico en esa época.

Tras este preámbulo, el portugués pasa a mostrar sus registros meteorológicos. En este trabajo expone los correspondientes a los años 1781, 1782 y 1783. Sanches Dorta expone a nivel mensual, en diversas tablas, un conjunto de informaciones referentes a

algunas variables meteorológicas: la dirección de viento predominante a nivel mensual tanto por la mañana como por la tarde, la temperatura media, máxima y mínima mensual en grados Fahrenheit, la cantidad de lluvia y de agua evaporada durante cada mes en pulgadas y líneas. El número de días al mes en el que el cielo estuvo despejado, nublado, cubierto, hubo tormenta, lluvia o niebla, aparecen anotados en un total de trece columnas. La primera tabla contiene toda la información correspondiente al año 1781 a partir del mes de mayo. Una tabla semejante mostrará, en unas páginas posteriores, los valores mensuales de las mismas variables meteorológicas calculadas a partir de los datos registrados durante el año 1782. El número de datos que muestra se verá incrementado con respecto a la del año precedente ya que el portugués, además de mostrar las estimaciones de las variables ya mencionadas, añade los valores medios mensuales de la temperatura cada dos horas, desde las 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde. Junto a esta primera tabla en la que muestra los registros meteorológicos de los ocho últimos meses de su primer año de estancia, el portugués aporta otras dos más. Así, la segunda, formada por 16 columnas, numera cuáles fueron los valores en los diferentes puntos lunares de variables meteorológicas como el calor medio, los vientos dominantes y el estado del cielo. En cuanto a la tercera, el portugués mostró el valor de la mayor y la menor declinación magnética de cada mes<sup>12</sup>. Estas misma anotaciones la realizó durante el año siguiente, 1782, pudiéndose visualizar los resultados en dos tablas que aparecen con posterioridad en el trabajo (ver Figura 4).

---

<sup>12</sup> Cabe indicar que, como se puede apreciar en la Figura 4, en el año 1782 el portugués mejoró sus registros de la declinación magnética anotando además los valores medios de esta magnitud por la mañana, al mediodía y por la tarde.

Influencia correspondente aos pontos Lunares.															
III. Taboa.		Ventos dominantes.								Numeros dos dias de					
Pontos Lunares	Calor medio	N	NE	NO	S.	SE	SO	E.	O.	Clas. ros.	Nu. vens.	Co. bett.	Tro. voa.	Chu. va.	Ne. voa.
Lua nova.	73, 2	8	11	4	2	27	19	5	8	2	6	4	4	4	2
Lua cheia.	74, 1	14	11	14	3	18	12	3	9	5	5	2	2	1	2
Quarto crescente.	72, 3	9	13	7	6	17	22	5	5	1	4	7	3	8	1
Quarto min- guante.	75, 8	10	24	4	12	25	11	2	3	7	3	3	4	4	3
Equinocio al- cendente.	74, 7	8	20	10	4	23	18	"	8	5	5	3	4	4	4
Equinocio descendente.	73, 7	13	16	3	9	23	24	5	5	5	2	7	2	4	3
Apogeo.	73, 4	5	20	4	1	26	10	7	11	1	6	5	"	4	2
Perigeo.	73, 5	11	23	5	5	26	11	2	8	6	3	4	2	1	5
4 dias antes da Lua nova.	74, 1	3	12	9	15	6	35	"	4	2	4	6	3	7	2
4 dias antes da Lua cheia.	73, 1	6	23	4	10	19	10	7	5	7	3	2	2	2	2
4 dias depois da Lua nova.	73, 0	10	22	3	4	10	24	2	9	1	5	6	1	6	1
4 dias depois da Lua cheia.	73, 5	3	15	5	8	22	15	3	11	4	1	7	5	1	"

Declinação da Agulha-magnetica.						
Mizes.	Declinação me- dia do mez.	Declinação maxima.	Declinação minima.	Declinação me- dia de manhã.	Declinação me- dia ao meio dia.	Declinação me- dia de tarde.
Janeiro	6° 38' 8"	7° 0' 0"	6° 19' 0"	6° 36' 56"	6° 42' 3"	6° 35' 25"
Fevereiro.	6 48 11	7 8 30	6 23 0	6 43 14	6 52 33	6 48 47
Março.	6 52 34	7 16 0	6 13 0	6 46 36	6 56 9	6 54 56
Maio.	6 31 20	6 45 30	6 14 0	6 29 35	6 34 48	6 29 36
Junho.	6 36 53	6 49 30	6 23 0	6 35 58	6 40 20	6 34 21
Julho.	6 34 28	6 51 0	6 19 0	6 34 7	6 38 5	6 31 13
Agosto.	6 36 27	6 50 30	6 24 0	6 34 25	6 40 3	6 34 52
Septemb.	6 36 27	6 49 0	6 23 30	6 34 2	6 40 29	6 34 51
Outubro.	6 38 55	6 53 0	6 29 0	6 35 59	6 42 50	6 37 56
Novemb.	6 39 19	6 54 0	6 25 30	6 35 49	6 44 40	6 37 29
Dezemb.	6 40 48	6 54 30	6 19 30	6 37 37	6 45 49	6 38 57

Figura 4. Influencia mensual correspondiente a los puntos lunares y declinación mensual de la aguja magnética para el año 1782.

Tras estas tablas, en las cuales Sanches Dorta se limita a escribir el valor medio mensual de las variables estudiadas obtenido a partir de los diarios, el portugués redactaría una breve descripción de las mismas aportando así información adicional al respecto. Indicaría de esta forma, por ejemplo, cuáles fueron los valores extremos de temperatura a nivel anual; cómo determinó los valores medios de las diferentes variables, cuál fue el mes más y menos lluvioso y en el que más y menos agua se

evaporó; el mayor y menor valor de la declinación magnética, etc. Es decir, incluso en las descripciones de este tipo cabe resaltar su carácter observacional, objetivo, representativo, que le caracterizaba. Sus explicaciones se convertían básicamente en la explicación y ampliación de las anotaciones cuantitativas ya expuestas, con más valores. La opinión personal de Sanches Dorta, su posible sensación ante el nuevo clima, estaba ajena al trabajo. No había reseña de ella durante todo su transcurso. La imparcialidad reinaba en la misma. Estaba intrínseca en su forma de investigar y de estudiar desde una perspectiva científica todo tipo de fenómenos.

En esta trabajo, Sanches Dorta muestra los registros obtenidos a lo largo del año 1783. Sin embargo, hay un cambio sustancial en su modo de proceder con respecto a los años anteriores. El portugués comenzó entonces a hacer anotaciones a nivel diario de dichas variables. Enriqueció sus observaciones con un mayor número de registros, las dotó de mayor precisión y detalle. Así, en lugar de mostrar una tabla que condensara la información meteorológica a nivel mensual para todo el año, dedicó una para cada mes con los datos diarios correspondientes. Pero en esta ocasión, cambió el orden que previamente había establecido para presentar toda la información atmosférica recopilada. Así, al igual que hizo en los años precedentes, pero en este caso concreto antes de adjuntar las diferentes tablas, expuso un resumen descriptivo de las principales características meteorológicas del 1783. Se trata también de una aportación de datos informativos a modo genérico, numéricos, cuantitativos, extraídos de las observaciones que durante los 365 días había realizado, y que le permitirían establecer conclusiones acerca de las características meteorológicas que describiesen cada año en cuestión: el día o el mes más caluroso o frío del año, el número de días en el cual el estado del cielo sería de una manera u otra en función de su clasificación, o en el que hubo tormenta, el mes más y menos lluvioso y en el que una mayor o menor cantidad de agua se evaporó, la dirección de viento predominante a nivel anual, el valor máximo y mínimo de la declinación magnética y el día en el que ocurriría, etc. Como novedad relevante, cabe aquí indicar que Sanches Dorta además de aportar toda esta información, describió con exactitud y con todo tipo de detalles los eventos extremos que a lo largo de este año acontecieron. Realizó así una redacción minuciosa de lo ocurrido en cada momento durante el transcurso del evento, y junto a ello, introdujo los valores que las variables meteorológicas marcaran en múltiples instantes. Sanches Dorta permite de esta forma al lector hacer una perfecta reconstrucción de los eventos ocurridos, dejando, como ya

demuestra ser algo habitual en él y en sus trabajos, poco espacio para la imaginación. Todo evento meteorológico especial que acompañara al acontecimiento en su totalidad va acompañado del registro de variables meteorológicas, buscando así la completa ausencia de subjetividad en su relato.

Refiriéndonos de nuevo a las tablas presentadas por Sanches Dorta en esta sección, como ya se comentó, muestran datos a nivel diario. En total hay once tablas<sup>13</sup> que exhiben los registros diarios de las diferentes variables meteorológicas. La información está condensada en nueve columnas: en la primera muestra el día del mes; le siguen, en dos columnas independientes, la dirección de viento de por la mañana y por la tarde; en la cuarta, quinta y sexta columna muestra la temperatura de por la mañana, a mediodía y por la tarde en grados Fahrenheit; a continuación específica en las dos siguientes columnas la cantidad de lluvia y de agua evaporada en ese día; por último, hace alusión al estado del cielo de ese día en concreto. Cabe indicar también que, siempre que pudo, Sanches Dorta indicó al final de estas tablas el valor que marcaba la brújula de la que disponía en algunos días de ese mes (véase la Figura 5).

DIARIO METEOROLOGICO.									
J U L H O de 1783.									
Dias do mez.	Vent. domin.		Thermometro.			Quas. de Chav.	Quas. de evap.	Estado do Ceo.	
	manh.	tarde.	manh.	meio dia.	tarde.				
						Linh.	Linh.		
1	Var.	Var.	68,7	70,0	71,8	-	0,5	Claro, e nevoa.	
2	Var.	S.	67,7	69,0	72,0	-	0,8	Nub. e nevoa.	
3	Var.	Var.	69,2	69,8	69,7	0,2	0,4	Var. nevoa, e orvalho.	
4	E.	S.	68,7	69,0	70,7	-	0,5	Coberto.	
5	N.	S.	67,5	69,0	70,7	-	0,5	Nub. e nevoa.	
6	N.O.	S.O.	68,3	71,5	71,0	-	0,6	Variavel.	
7	N.	S.E.	69,0	71,0	73,0	1,0	0,7	Nub. trovões, e chuva.	
8	Var.	S.E.	70,3	72,0	73,0	1,0	0,5	Var. trovões, e chuva.	
9	O.	S.	70,0	71,0	72,5	69,0	1,5	Vas. e chuva de noite.	
10	E.	S.E.	70,7	71,0	71,3	-	0,7	Variavel.	
11	O.	Var.	68,2	69,0	71,3	-	0,8	Nublado.	
12	Var.	Var.	67,0	69,0	73,0	-	1,0	Nub. e nevoa.	
13	N.O.	S.E.	70,3	72,0	74,2	-	0,8	Nublado.	
14	N.O.	S.E.	70,2	71,0	73,8	-	1,0	Nub. e nevoa.	
15	N.	S.E.	71,0	74,0	77,0	-	1,0	O mefmo.	
16	N.O.	S.	70,3	73,0	77,0	-	1,0	Claro.	
17	N.O.	S.E.	69,7	72,0	73,8	-	1,5	Clar. e nevoa.	
18	Var.	Var.	73,0	74,0	70,8	2,0	1,0	Var. e chuva de noite.	
19	Var.	S.E.	67,0	66,0	65,2	0,4	0,3	Coberto. e orvalho da manh.	
20	O.	O.	60,8	61,0	61,2	0,2	0,3	O mefmo.	
21	Var.	S.E.	60,1	64,0	63,7	-	0,3	Variavel.	
22	N.O.	S.	62,0	65,0	68,7	-	0,5	Nublado.	
23	N.O.	S.E.	65,7	67,0	70,0	-	0,5	Nub. e nevoa.	
24	N.O.	S.E.	64,7	67,5	70,0	-	0,5	O mefmo.	
25	O.	S.E.	64,8	67,0	70,3	-	0,5	O mefmo.	
26	N.O.	S.E.	65,7	69,0	72,3	-	0,4	Claro, e nevoa.	
27	N.O.	S.E.	66,5	70,0	71,7	-	0,4	Claro.	
28	N.O.	S.E.	66,2	70,0	72,7	-	0,5	O mefmo.	
29	N.O.	S.E.	66,7	71,0	74,8	-	0,8	O mefmo.	
30	N.	S.E.	69,7	72,0	74,7	-	0,8	Variavel.	
31	O.	S.E.	70,3	72,5	73,7	-	0,5	Nub. e nevoa.	

Búfala no 1º, 6º 19' 27"; no dia 10, 6º 17' 13"; no dia 20, 6º 16' 17", e no dia 31, 6º 17' 3".

Figura 5. Observaciones meteorológicas del mes de julio de 1783.

<sup>13</sup> Sanches Dorta informa que durante el último mes del año 1783 le resulta imposible realizar estos registros (Sanches Dorta, 1797b, pp. 359)

El portugués utilizó los registros diarios para extraer conclusiones a nivel mensual. Así, a partir de ellos pudo determinar la temperatura máxima, mínima y media mensual, y así como la temperatura media mensual de por la mañana, a mediodía y por la tarde. Haciendo uso de sus registros cada dos horas, quedaron expuestos en otra tabla los valores medios mensuales de la temperatura desde la 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde. También mostró el número de días que en cada mes el cielo estuvo despejado, variable, cubierto, nublado, hubo relámpagos y truenos, lluvia, pudo visualizar auroras boreales o luz zodiacal. Igualmente, presentó otra tabla con la cantidad de lluvia y de agua evaporada en los diferentes meses, así como aportó información sobre la dirección predominante de viento en todos ellos. Como venía practicando previamente, estudió la posible influencia correspondiente a los puntos lunares sobre la temperatura, la dirección de viento dominante, y el estado del cielo. Para concluir, Sanches Dorta también resumió a nivel mensual todos los valores obtenidos de la declinación de la aguja magnética máxima, mínima, media, así como de por la mañana, a medio día, por la tarde y cada dos horas.

A modo de conclusión, se puede indicar que a medida que transcurría el tiempo, Sanches Dorta era más cuidadoso y preciso con sus observaciones. Así, pasó de mostrar sólo anotaciones meteorológicas mensuales para enseñar sus registros diarios, cada dos horas, etc. Era consciente pues de la importancia que su tarea podría tener, y de la relevancia que tenía realizar una recopilación cada vez más detallada y amplia. Y así lo hizo.

#### **4.2.3. Descrição de hum monstro de especie Humana, existente na Cidade de São Paulo na America Meridional**

En este trabajo, Sanches Dorta nos muestra su respeto por la observación, su admiración por la naturaleza, pero centrándose en un asunto completamente diferente con respecto a los que hasta el momento había estudiado. Fue más allá de sus brillantes estudios meteorológicos y astronómicos, traspasó la barrera del registro directo, y siguió practicándolo pero si bien, teniendo como fuente de estudio otro asunto. Sanches Dorta nos enseña también su interés por otro tipo de fenómenos considerados como científico.

En concreto, describe lo que el llama un monstruo de especie humana (Sanches Dorta, 1799a, pp. 187-189).

A partir de la primera mitad del siglo XVIII, en Portugal comenzaron a publicarse de manera regular reportajes sobre monstruos, refiriéndose con esta palabra a aquellas personas que por sus características físicas diferían con respecto a las que son consideradas normales. Por lo general este tipo de asuntos llamaban la atención de los doctores. Sin embargo, investigadores de otros ámbitos de estudio y de muchas partes de la geografía portuguesa mostraron su interés por este tipo de asuntos. Bento Sanches Dorta fue uno de ellos. De esta manera, en el año 1799 publicó este trabajo. Fijémonos en que hay referencias a “monstruos” en revistas científicas desde el siglo XVII. Cabe citar entre ellas las múltiples reseñas que aparecen en la *Philosophical Transaction*. Esto nos indica claramente cómo por entonces este tipo de asuntos llamaba el interés de muchos.

El trabajo tiene una extensión de tres páginas. En la primera, el portugués escribe una pequeña introducción en la cual contextualiza el asunto tratado. Continúa dando una descripción del monstruo en la segunda página. Finalmente, indica al lector que también presenta un documento [Portugués: *Instrumento de Justificação authentica*] en el cual justifica y demuestra que la existencia de esta persona es real. Para ello, tal y como especifica, firmó este documento ante el Juez Ordinario de la ciudad, jurándolo delante de las personas que también la habían visto o la conocían.

Sanches Dorta era consciente de la relevancia que en aquellos momentos tenía este tipo de estudio, y así lo queda escrito en su trabajo: “*Pues leemos en las colecciones de las Memorias más célebres de las Academias de Europa noticias de esta clase*” [Portugués: “*pois lêmos nas Collecções de Memorias das mais célebres Academias de Europa noticias d’esta classe*”] (Sanches Dorta, 1799a, pp. 187). Efectivamente, en los volúmenes de las Memorias de la Academia de Ciencia podemos leer noticias de este tipo (véase por ejemplo Tavares, 1799, pp. 296-306). De nuevo, podemos apreciar el interés por parte del científico en múltiples asuntos, no limitándose a un único campo de estudio, si no tratando de conocer los nuevos avances. Nos muestra que es una persona curiosa, con ganas de aprender, que se instruye leyendo colecciones científicas

contemporáneas de gran parte de Europa, y que eso le permite avanzar en sus campos de estudio, y adentrarse en otros nuevos.

Para este tipo de casos de estudio, personas con algunas irregularidades físicas con respecto al aspecto estándar, había preestablecida una clasificación de las mismas, en función de estas singularidades. Y Sanches Dorta la conocía. Así, puso en pie su estudio basándose en dicha organización. La persona que el portugués reconoció como monstruo era una chica llamada Anna María, procedente de una villa india situada cerca de São Paulo. Tal y como el autor especifica, la chica fue abandonada por sus padres, posiblemente, por sus diferencias físicas. En cuanto a sus características físicas, indica que Anna María *"tiene encima del hombro derecho una prominencia"* [Portugués: *"tem em cima do hombro direito huma prominencia"*] (Sanches Dorta, 1799<sup>a</sup>, p. 188). Además, al parecer, la chica tenía algunos problemas en su pierna y pie izquierdo. En concreto, su pierna estaba torcida, era más gruesa y corta que la otra, lo cual provocaba su cojera. Esta torcedura también le afectaba al pie, en el cual, además, se podía ver el dedo pulgar separado de los otros. Sanches Dorta asegura que, a pesar de sus dificultades físicas, Anna María aprendió a sobrevivir usando sus manos, pies, y dedos.

Durante la primera mitad del siglo XVIII, este tipo de noticias estaban asociadas al augurio de la destrucción del imperio (Fernadisi, 1732). En este trabajo se puede apreciar el progreso de la ciencia, la búsqueda de la objetividad, que la caracterizaría bien a finales de ese siglo o al principio. Sanches Dorta se limita a dar una mera descripción de las características físicas de la chica, sin hacer alusión a ningún tipo de motivo divino asociado. Él concibe el hecho como algo “extraño y espectacular”, no obstante, no busca ninguna causa sobrenatural que le pudiera dar una explicación coherente. En cualquier caso, Sanches Dorta sí que vincula la extraña apariencia de la mujer con sus padres, de los cuales dice ser salvajes: *“En fin, este individuo es digno de admiración, y mucho más siendo hija de padres salvajes”* [Portugués: *“Em fim he muito digno de admiração este individuo, e muito mais sendo filha de pais selvagens”*].



#### **4.2.4. Observações Astronomicas feitas na Cidade de São Paulo na América Meridional por Bento Sanches Dorta**

Desde su llegada a Brasil, Sanches Dorta se dispuso a realizar observaciones meteorológicas y astronómicas de manera incesante. Y son éstas, como ya se ha podido apreciar, las que muestra en sus publicaciones. En concreto, esta publicación de cinco páginas, se puede encontrar en el segundo volumen de la Memoria de la Academia de las Ciencias de Lisboa en el año 1799 (Sanches Dorta, 1799b, pp. 190-195). Toda la información que muestra viene resumida en modo de tablas, de manera que básicamente se limita a exponer sus registros, los resultados numéricos obtenidos a partir de ellos, y en algunos casos, alguna anotación, incluida en la misma tabla, que considerara necesaria insertar. Fijémonos en que ésta es el último trabajo que le fue publicado en las *Memorias* (por la fecha en la que realiza sus observaciones). Nos refleja así cómo el carácter escueto, conciso, caracteriza a medida que transcurre el tiempo más y mejor a sus trabajos.

En el mes de junio del año 1788, tras estar 7 años en la ciudad de Río de Janeiro, Sanches Dorta fue trasladado a São Paulo. Una vez allí, una de las tareas que se propuso fue determinar la latitud y la longitud de la ciudad, de la misma manera que ya había hecho en Río de Janeiro. La metodología que utilizó para la obtención de ambos parámetros parece ser similar a la ya comentada en el trabajo precedente (véase el apartado 4.3.1). Así, Sanches Dorta para determinar el valor de la latitud, recurre al igual que hizo en Río de Janeiro, de las determinaciones de las distancias aparentes del limbo superior del Sol y de las estrellas al cenit al cruzar por el meridiano del observador haciendo uso de un cuadrante. En cuanto a la determinación de la longitud, Sanches Dorta se servirá de las observaciones de los eclipses de los satélites de Júpiter y de Luna.

No obstante, en esta publicación, a diferencia de la otra, Sanches Dorta intercala los registros que realizó para conocer ambas distancias. Inicialmente, parte por exponer el cálculo de latitud a partir de las mediadas de las distancias aparentes del limbo superior del Sol al cenit al cruzar por el meridiano del observador. Todos los datos que necesita para ello aparecen en una tabla, la cual está dividida a su vez en dos partes con cuatro columnas cada una. En cada sección aparecen los correspondientes cálculos realizados,

haciendo uso para ello de las observaciones de algunos días de los meses de noviembre y diciembre del año 1788, y de enero y febrero del 1789. Así, en las primeras columnas de las dos secciones anota el mes y el día en el que se realiza la observación, en las segundas quedan registradas las distancias aparentes del limbo superior del Sol al cenit al cruzar por el meridiano del observador, en las terceras aparecen los valores de las declinaciones del Sol para los días en los que se realizan las observaciones, y por último, en las cuartas columnas, con estos datos, y tras realizar los sucesivos cálculos, obtiene el valor de la altura del polo. Cabe aquí indicar, que Sanches Dorta, en una pequeña nota que aparece tras una de las tablas, muestra una advertencia en la cual indica de dónde extrajo el valor de la declinación del sol para esos días. Muestra así su conocimiento acerca del asunto y la bibliografía básica, así como hace alego de la rigurosidad que caracteriza a la ciencia y a la obra científica, libre de posibles interpretaciones o dudas.

Sanches Dorta continúa exponiendo sus observaciones de los eclipses de los satélites de Júpiter durante el año 1789. En esta ocasión, hará uso de la comparación con las observaciones realizadas en París del mismo evento para determinar la longitud. Nuevamente, recurre a una tabla para mostrar todas sus observaciones. La misma está dividida en seis columnas en las cuales indica la fecha en la que ocurre el evento, el satélite en el que tiene lugar el eclipse, y los instantes concretos en los que se observa desde ambos puntos del globo. A partir de la sustracción de estos dos últimos valores determina la longitud de la ciudad. Además, se aprecia una última columna adicional en la cual hace referencia al estado del cielo los días en los cuales lleva a cabo la observación. Estas anotaciones le sirven al lector para ser consciente de las circunstancias atmosféricas bajo las cuales Sanches Dorta realizó sus anotaciones, y que podrían influir en la visibilidad de las mismas. Es una forma de demostrar la precisión y exactitud que pudieran tener sus medidas, y de describir todo lo que observa y percibe a su alrededor, ya no sólo vinculado con el evento astronómico, si no con agentes externos también importantes (véase Figura 6).

<i>Observações dos Eclipses dos Satellites de Jupiter feitas na Cidade de S. Paulo, com  um Oculo achromatico de Dollon de 17 pollegadas de foco.</i>					
Dias das ob- servações. Anno 1788.	Sa- rel- li- tes.	Calculadas pa- ra Pariz, ex- trahidas do Conhecimento dos tempos.	Observa- ções na Cidade de S. Paulo.	Differen- ça.	Advertencias  O Tempo foi determina- do na pendula, pelas al- turas correspondentes, em tres dias consecuti- vos; antes do dia; no dia; e depois do dia das obser- vações, e corrigido pela equação do meio dia.
		Tempo ver- dadeiro.	Tempo ver- dadeiro.	Tempo ver- dadeiro.	
Dezembro 19	1.º	10 <sup>h</sup> 8' 36" Im.	12 <sup>h</sup> 52' 24"	—3 <sup>h</sup> 16' 12"	O Ceo ao tempo da Ob- servação estava bem cla- ro, as faxas do Plánetra bem terminadas: o Oculo alguma couza tremia por causa do vento, que allo- prava.
Anno 1789					
Fevereiro 28	3.º	12 54 30 Im.	9 35 32	—3 18 58	Ceo claro; Jupiter bem terminado, e as faxas bem visiveis.
..... 28	1.º	13 10 48 Em.	9 54 34	—4 16 14	O mesmo.
Março .. 9	1.º	9 36 21 Em.	6 20 8	—3 16 13	Ceo claro, porém muito crepusculo.
..... 16	2.º	14 21 51 Em.	11 5 26	—3 16 25	Ceo muito claro, o Pla- neta bem terminado, as faxas muito patentes.
..... 22	4.º	14 0 33 Im.	10 44 23	—3 16 10	Ceo claro.
..... 23	1.º	13 30 7 Em.	10 13 42	—3 16 25	Ceo muito claro, as fa- xas e Jupiter bem termi- nados.
Abril .... 1	1.º	9 56 27 Em.	6 40 20	—3 16 7	Ceo ennuvado, e ven- to forte, que fazia tremer o Oculo.
..... 14	1.º	10 15 48 Em.	6 59 28	—3 16 20	Ceo muito claro, o Pla- neta bem terminado, as faxas bem patentes.
Maio ... 1	1.º	12 11 49 Em.	8 55 31	—3 16 18	Ceo bem sereno, porém a Lua muito clara, e bem proxima de Jupiter: as faxas bem visiveis.
..... 17	1.º	10 31 5 Em.	7 14 56	—3 16 9	Ceo muito claro, Jupiter e as suas faxas bem ter- minadas.
Junho ... 9	1.º	10 41 35 Em.	7 25 28	—3 16 7	Ceo pouco claro, o Pla- neta mal terminado, as faxas mal se percebião.

Figura 6. Observaciones de los Eclipses de los satélites de Júpiter para la determinación de la longitud de São Paulo.

Cabe indicar, no obstante, que en la última tabla que aparece en el trabajo, muestra así mismo, observaciones de los eclipses de Júpiter también realizadas en algunos días del mismo año. Sin embargo, en esta ocasión, sus observaciones no son comparadas en dicha tabla con los registros obtenidos desde otro lugar. Es similar a la precedente pero ésta no incluye el momento exacto en el que se observa el eclipse desde otro punto geográfico y, por tanto, tampoco la longitud de la ciudad. Será en una tabla que aparece seguida a ésta en la que muestra la comparación de sus observaciones con las realizadas por Custodio Gomes de Vilas Boas en Lisboa, y cuando deduce pues el valor de esta distancia. Todo ello lo expone de forma muy esquemática y escueta, señalando la

información meramente observacional, sin detenerse en aportar más datos que los imprescindibles.

Tras sus anotaciones sobre los eclipses de los satélites de Júpiter, muestra sus registros de las distancias aparentes del limbo superior del Sol y de las estrellas al cenit al cruzar por el meridiano del observador, a partir de las cuales calcula el valor de la latitud en esta ciudad. Se servirá para ello de la observación del sistema estelar de la constelación de Orión, Rigel, de la estrella más brillante de la constelación de Leo, Régulu, etc. Al igual que la otra tabla con observaciones realizadas para calcular esta distancia, está dividida en cinco columnas. En la primera aparece el nombre de la estrella, en la segunda la distancia medida por el cuadrante al cenit del observador, en la siguiente se muestra también el valor de la declinación de las estrellas para ese día determinadas a partir de la obra *Connaissance des Temps*, y la última exhibe el valor de la latitud obtenido con estos datos. Cabe aquí indicar, que Sanches Dorta señala que previamente realizó la corrección del posible error instrumental que pudiera introducir en sus medidas, aportándole solidez y validez a las mismas. Pone así en evidencia que este tipo de asuntos de gran importancia en la práctica observacional, son tenidos en cuenta y subsanado en su modo de proceder, llevando a cabo una labor de gran precisión.

Por último, antes de mostrar la tabla referente a la observación de los eclipses de Júpiter previamente comentada, expone sus registros sobre el eclipse de luna observado el 28 de abril del año 1790. Divide la tabla en la que aparece toda la información en cuatro columnas, en las cuales anota la información (tipo de evento, y tiempo verdadero en el que ocurre) de la inmersión y de la emersión. Al final de la tabla, anota una serie de “advertencias” referentes al estado de la atmósfera, al aspecto de la luna, y al valor marcado por el termómetro y el barómetro durante el evento y al aspecto de la luna.

En definitiva, Sanches Dorta en su última publicación, nos muestra su inclinación por la práctica observacional, por la recolección de registros, en este caso, astronómicos, que considera importantes para el desarrollo de la ciencia, y útiles para realizar otro tipo de tareas, como es el cálculo de la latitud y la longitud. Muestra ser conocedor de la importancia que comienza a tener en la época la realización de un análisis cuantitativo, numérico. De esta manera, en sus trabajos, parece reflejar cómo considera que sólo con la transformación de lo observado en números se puede llegar a la verdad. Manifiesta

con su forma de proceder, con su interés por los datos observacionales obtenidos de una anotación directa, y por la importancia que para el mismo tiene la expresión de estos registros en forma numérica, lo profundo que han calado en el científico las ideas iluministas.

#### **4.2.5. Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1784/1785 por Bento Sanches Dorta**

A continuación, serán analizadas de forma conjunta dos publicaciones de este autor: *Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1784 por Bento Sanches Dorta* y *Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1785 por Bento Sanches Dorta*. El motivo que me incita a realizarlo de esta manera es la similitud en el formato y el contenido que ambas presentan.

El 1784 fue el cuarto año consecutivo en el que Sanches Dorta se preocupó por realizar observaciones astronómicas y meteorológicas. Desde su llegada anotó registros astronómicos de interés para determinar de la longitud y la latitud de Río de Janeiro, y meteorológicos, mostrando siempre gran inclinación por estudiar fenómenos de este tipo. En estos trabajos, el primero de veinticuatro páginas de extensión y el segundo de veintiuna, son exhibidas todas las observaciones anotadas durante este año. Ambas fueron publicadas en el segundo volumen de las Memorias de la Academia de las Ciencias de Lisboa, en el año 1799 (Sanches Dorta, 1799c, pp. 323-347; Sanches Dorta, 1799d, pp. 348-369).

Hasta entonces, Sanches Dorta había mostrado sus anotaciones astronómicas y meteorológicas por separado. Puede esto deberse a que los registros astronómicos tenían para él una utilidad concreta: su uso para determinar la longitud y latitud de Río de Janeiro. Suponiendo que esta hipótesis es cierta, esto explica que la práctica que siguiese para computar los valores de estas distancias en la ciudad de São Paulo fuera idéntica, publicándolos también de forma independiente con respecto a sus resultados

meteorológicos. Estas publicaciones se distinguen porque, por primera vez, Sanches Dorta expone de forma conjunta sus observaciones astronómicas y meteorológicas.

El esquema de estas trabajos, además de ser muy parecido entre sí, es también similar al que sigue para exhibir sus registros meteorológicos del año 1783. La diferencia de esta última es que, antes de introducir sus observaciones meteorológicas diarias, presenta sus notas correspondientes a los eclipses de los satélites de Júpiter, de sol y luna durante los años 1784 en una, y 1785 en la otra. Otro aspecto importante a considerar es que es en 1784 cuando, Sanches Dorta, incrementa sus variables meteorológicas de estudio. Tal y como explica en la parte introductoria del trabajo con los registros del 1784, a mediados de dicho año recibió el barómetro que le permitiría realizar observaciones barométricas. De esta forma, sus registros meteorológicos se ven ampliados y mejorados, enriquecidos y más completos.

Comenzando pues con el análisis de las publicaciones en cuestión, indicar que, en primer lugar, el portugués realiza en ambas un resumen acerca de las principales características meteorológicas del año, es decir, de las tablas que expone en estas publicaciones. Por ello, Sanches Dorta (1799c), en relación a los datos que muestra más adelante, muestra primeramente que durante el mes de enero de dicho año no pudo realizar anotaciones de ningún tipo, aunque no menciona los motivos. Tras este pequeño inciso, el portugués, al igual que en Sanches Dorta (1799d), inicia su descripción haciendo alusión a los eventos meteorológicos extremos. Ambos años fueron especialmente peculiares en este sentido. Ocurrieron varios fenómenos de este tipo que llamaron la atención del científico. Presenció intensas nieblas, fuertes tormentas, etc. Todos ellos aparecen descritos a la perfección en estas primeras páginas. No sólo escribe lo que ve, en cuanto a la visualización directa se refiere, si no que también incluye en las mismas los valores que los instrumentos meteorológicos marcan durante el transcurso de los eventos. Aporta así un mayor rigor científico a sus descripciones, les da más solidez a las mismas, rasgos que, como ya se viene percatando, caracterizan al autor y a sus trabajos. Tras hacer referencia a los fenómenos extremos, como ya había practicado en su publicación precedente (véase la sección 4.2.4), el portugués describe las principales características meteorológicas de cada año. Indicaciones acerca del día o el mes más caluroso o frío del año, el número de días en el cual el estado del cielo sería de una manera u otra en función de su clasificación, o en el

que hubo tormenta, el mes más y menos lluvioso y en el que una mayor o menor cantidad de agua se evaporó, la dirección de viento predominante a nivel anual, el valor máximo y mínimo de la declinación magnética y el día en el que ocurriría, etc. Recoge así de una forma global y descriptiva, pero haciendo uso de datos numéricos, de observaciones cuantitativas, toda la información recopilada durante todos los días de estudio.

Tras este breve resumen escrito, pasa a mostrar las tablas con sus registros astronómicos. Sus observaciones de los eclipses de los satélites de Júpiter y de luna durante el año 1784 o el 1785, según la publicación, así como sus anotaciones del eclipse de Sol ocurrido el 20 de febrero del año 1784 y el de 9 de febrero del año siguiente, aparecen en diferentes tablas. Éstas tiene el mismo formato que las precedentes, es decir, nuevamente están divididas en cuatro columnas en las cuales queda recopilada toda la información relevante sobre los eventos (para más detalle véase por ejemplo la sección 4.2.5). Cabe aquí indicar ciertas peculiaridades que diferencian a ambas publicaciones. Así, en Sanches Dorta (1799c) al final de la última tabla con resultados astronómicos, aparece una nota del autor que versa sobre la visualización de un cometa que el autor pudo presenciar. No obstante, no hace más que una breve reseña del asunto, llegando a indicar que profundizaría en ello otra publicación. Por otro lado, Sanches Dorta (1799d) contiene una tabla más. En ella, el portugués muestra el cálculo realizado para determinar nuevamente, con otros datos experimentales, la longitud de Río de Janeiro a partir de los registros observacionales de la visualización de eclipses en esta ciudad y en Lisboa. Adiciona además, y completa así la información dada, una nota en la cual explica la procedencia y peculiaridades de los segundos datos. Con este nuevo cálculo podrá corroborar sus resultados previos, o corregirlos si fuera necesario. Es ésta otra manera de manifestar su carácter perseverante, perfeccionista, su búsqueda por la cuantificación de los hechos de manera rigurosa, precisa.

Continúa su trabajo exponiendo sus registros meteorológicos diarios. Aparecen en Sanches Dorta (1799c) un conjunto de once tablas y en Sanches Dorta (1799d) un total de doce, es decir, una por mes, en las cuales muestra, para cada día, sus registros termométricos de por la mañana, a mediodía y por la tarde, la dirección de viento predominante por la mañana y por la tarde, la cantidad de agua de lluvia y evaporación y el estado del cielo. De esta forma, éstas también exhiben el mismo formato y

condensan la misma información que las ya presentadas en su publicación precedente correspondiente al año 1783. A éstas les siguen las tablas que recogen los valores medios mensuales de cada una de las variables. No obstante, hay que indicar aquí que Sanches Dorta (1799d), a diferencia de la otra, antes de ello, es decir, previa a la exposición de los datos meteorológicos a nivel mensual, muestra sus registros barométricos de por la mañana, a mediodía y por la tarde para cada día del año 1785<sup>14</sup>. De esta manera, seguidas a las tablas que muestran por un lado el valor de todas las variables meteorológicas estudiadas (Sanches Dorta, 1799c) o las que exhiben los datos de las presiones (Sanches Dorta, 1799d), el portugués presenta conclusiones a nivel mensual. Quedan así recogidas, en ambos trabajos, la temperatura media mensual de por la mañana, a mediodía y por la tarde, así como las temperaturas extremas y medias; utiliza sus registros cada dos horas para mostrar, en otra tabla, los valores medios mensuales de la temperatura desde la 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde; anota también el número de días que en cada mes el cielo estuvo despejado, variable, cubierto, nublado, hubo relámpagos y truenos, lluvia, y pudo visualizar auroras boreales o luz zodiacal; presenta la cantidad de lluvia y de agua evaporada en los diferentes meses; aporta información sobre la dirección predominante de viento en todos ellos; también estudió la posible influencia correspondiente a los puntos lunares sobre la temperatura, la dirección de viento dominante y el estado del cielo. Todo ello lo condensó en una tabla independiente. A su vez, resumió a nivel mensual todos los valores obtenidos de la declinación de la aguja magnética máxima, mínima, media, así como de por la mañana, a medio día, por la tarde y cada dos horas. Por último, muestra sus registros a nivel mensual, a partir del mes de agosto del año 1784 en Sanches Dorta (1799c) y durante todo 1785 en Sanches Dorta (1799d). Tenemos acceso pues a los valores de la presión máxima, mínima, y media mensual así como a la presión media de por la mañana, a medio día y por la tarde para cada mes.

Aunque posiblemente de forma inconsciente, Sanches Dorta introduce mejoras en cada uno de sus trabajos. Si desde el año 1783 publica sus registros diarios, en estas publicaciones el progreso principal que se aprecia es la exposición de sus lecturas barométricas, en la primera publicación sólo a nivel mensual y, en la segunda, a nivel diario. Es decir, no sólo incrementa el número de medidas, dando así una mayor precisión a sus anotaciones, si no que también pudo aumentar el número de variables

---

<sup>14</sup> Cabe aquí recordar nuevamente que hasta julio del año 1784 Sanches Dorta no recibe el barómetro.



meteorológicas de estudio. De esta forma, sus trabajos se convierten en una fuente de información meteorológica destacadas por su riqueza, rigurosidad y precisión, rasgos que en absoluto son azarosos. Son características que Sanches Dorta procura en y para sus creaciones.

#### **4.2.6. Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1786/1787 por Bento Sanches Dorta**

Al igual que realicé en la sección previa, en ésta analizaré de manera conjunta dos trabajos de Sanches Dorta: *Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1786 por Bento Sanches Dorta* y *Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1787 por Bento Sanches Dorta*. Ambos trabajos fueron publicados en el tercer tomo de las Memorias de la Academia de las Ciencias de Lisboa (Sanches Dorta, 1812a, pp. 68-107, y Sanches Dorta, 1812b, pp.108-153). Se caracterizan por ser bastante similares entre sí y, por tanto, también semejantes a las anteriormente estudiadas en lo referente al contenido de las mismas y los asuntos tratados en ellas. Si hay diferencias, éstas son ínfimas; Sanches Dorta intenta incrementar y mejorar sus publicaciones desde una perspectiva científica, y, como ya se ha podido apreciar, son estos pequeños progresos los que diferencian a unas de las otras. También muestran bastantes semejanzas en su estructura. Veámoslo detenidamente.

En estos trabajos, como viene practicando, el portugués muestra sus registros astronómicos y meteorológicos de los años 1786 y 1787. Su primer objetivo es presentar un resumen general del trabajo en cuestión y sus anotaciones astronómicas. No obstante, varía el orden en el cual exhibe un asunto y otro en estas dos publicaciones. Así, en Sanches Dorta (1812a) le da prioridad a sus registros astronómicos, mientras que, por el contrario, en la otra su punto de partida es la descripción global de la publicación. Cabe aquí indicar que en Sanches Dorta (1812a) el resumen se centra ante todo en hacer mención a rasgos meteorológicos genéricos de dicho año, aunque eso sí, muy superficiales. Además de realizar una síntesis de lo que aparece en ese trabajo, el portugués hace alusión brevemente en algunos aspectos

científicos. Así, compara desde una perspectiva meteorológica los rasgos del año 1786 con las características de los años previos y se refiere a algunos fenómenos extremos acontecidos durante ese año, aunque de forma meramente simbólica. Es decir, principalmente son tratados los atributos meteorológicos en este apartado de este trabajo en particular, y éste, seguramente, sea el motivo por el cual decide ordenar así sus asuntos, por su inexistente vínculo con los aspectos astronómicos tratados en la misma. Por otro lado, en Sanches Dorta (1812b), el resumen adquiere un carácter introductorio, de manera que el autor escribe un índice extendido apuntando lo que se puede leer en cada una de las tablas, tanto meteorológicas como astronómicas.

Vinculado con este asunto (es decir, con la descripción desde un punto de vista meteorológica de estos años) se encuentra la principal diferencia de estas publicaciones con respecto a las previas. En particular, éstas incluyen detalles pormenorizados de los valores significativos de las diferentes variables a nivel anual. Se podrán leer diversas secciones independientes, dedicadas a cada una de las cualidades atmosféricas tratadas. Así, de acuerdo con esta estructura planteada, aparecen en el trabajo nuevas secciones en las cuales se estudian las lecturas barométricas, termométricas, pluviométricas, de las direcciones del viento, del estado del cielo y de la declinación magnética, de manera específica e independiente. Hará referencia a las particularidades meteorológica que caracterizaron a esos años en cuestión de una manera más profunda y detallada. No escribe sólo un resumen genérico. Además, reflexiona indistintamente, de forma separada, sobre los valores marcados por los diferentes instrumentos utilizados. Profundiza en estas particularidades como hasta entonces no lo había hecho, muestra sus descripciones de manera más clara y detallada. Él mismo, con su forma de escribir y los asuntos que trata, evidencia cada vez más la influencia que pudieron ejercer sobre él las obras ilustradas.

Además, cabe indicar que en Sanches Dorta (1812b) el autor destina apartados independientes, para describir los fenómenos extraños que pudiera visualizar dicho año. De esta manera, se puede leer una explicación pormenorizada de la tormenta que ocurrió el 24 de enero del año 1787 anotando, como ya venía practicando, incluso el valor marcado por las diversas variables meteorológicas en diferentes momentos de su acontecer y el arco iris lunar que visualizó el 20 de junio del mismo año, evento que pudo haber confundido con una aurora boreal. Fijémonos, en que esta reseña supone

una ampliación, un avance con respecto a las publicaciones previas, en las cuales, si bien hacía mención a este tipo de eventos, no los detallaba con tanta profundidad.

Si hasta el momento el portugués no había dado reseñas sobre los instrumentos de los que se servía para hacer sus observaciones o había aportado meras pinceladas sobre los mismos, en estos dos trabajos Sanches Dortas se detiene en su descripción. Como notas al pie de página aparecen los detalles que presentan cada uno o informa de las referencias que se pueden consultar para conocer las particularidades de los mismos. Su creador, la escala que utiliza, sus características externas, etc., se dan a conocer en ellas. En Sanches Dorta (1812a) aparecen sintetizados los rasgos del termómetro, el barómetro, el pluviómetro, y la aguja magnética. Además indica las ocho direcciones de viento y los diferentes estados del cielo que distingue. Por otro lado, en Sanches Dorta (1812b) hace referencia nuevamente al pluviómetro que utiliza este año, mejorado con respecto al año anterior, y da una descripción del vaso evaporatorio. Vuelve a indicar en este trabajo los estados del cielo que diferencia. Quiero aquí indicar que resulta extraño apreciar cómo hasta el momento no son referenciados estos asuntos, a pesar de que con toda seguridad se puede decir que el portugués tenía consciencia de la importancia que tenía el buen uso y conocimiento de los instrumentos en sus observaciones. Posiblemente, como hasta entonces no dio información detallada de lo marcado por cada artefacto de forma independiente, no se planteó estas cuestiones. En la actualidad, en el campo de la climatología, para determinar la validez de los registros y realizar las correcciones correspondientes a los mismos, es de gran importancia conocer estos aspectos. Este hecho le da aún más valor a los datos anotados por Sanches Dorta.

En cuanto a las tablas astronómicas, poco o nada difieren con respecto a las que había utilizado durante los años previos. Las observaciones de los eclipse de Luna y de los satélites de Júpiter que visualizó aparecen acogándose al mismo formato (véase la sección anterior si se desea recordar). Además, en Sanches Dorta (1812b) aparecen las anotaciones de las alturas meridianas del centro del Sol (en grados, minutos y segundos), realizadas a partir del 15 de mayo del 1787, así como de las ocultaciones de las estrellas desde mayo de 1788 (véase la Figura 7). En cuanto a las medidas de las alturas del sol, el portugués se limita a escribir en dos columnas, el mes y el día en el que realiza la medida y el dato anotado. Quiero aquí llamar la atención por el hecho de

que el portugués, en este trabajo incluye sus registros astronómicos correspondientes a los primeros meses del año 1788.

Occultação de Estrellas. Fiz uso do mesmo Occulo.							
Anno de 1788.	Gran- deza.	Tempo verdadeiro.					
Maio.	8	3. <sup>a</sup>	6. <sup>h</sup> 54'. 14". 50 <sup>'''</sup> .			Immersão do Corno Austral do Toiro. Esta Estrella he o n.º 109 no Catalogo de Mayer. Connoçança dos Tempos anno de 1788. Ceu muito claro.	
. . . . .	9	6. <sup>a</sup>	6	39	24	47	Immersão do γ dos Geminis n.º 289 do mesmo Catalogo. Ceu muito claro.
. . . . .	9	3. <sup>a</sup>	7	48	23	18	Immersão do dos Geminis n.º 277 do mesmo Catalogo. Ceu muito claro.
. . . . .	11	6. <sup>a</sup>	6	37	48	28	Immersão do do Cancr n.º 382 do mesmo Catalogo. Ceu claro.

Figura 7. Ocultación de las estrellas. Mayo 1787.

Por último, en cuanto a sus anotaciones meteorológicas, al igual que ocurre con los registros astronómicos, el portugués sigue el mismo patrón para mostrarlas (véase, por ejemplo, la sección previa 4.2.6). Así, en estos dos trabajos se pueden consultar sus anotaciones meteorológicas diarias, a partir de las cuales dedujo los valores mensuales. Quedarían recogidos los valores de la temperatura, presión, la dirección del viento, el estado del cielo, la declinación magnética y la influencia de los puntos lunares durante todos los días y todos los meses de 1786 y 1787. No obstante, en estos dos trabajos introduce una mejora en los registros diarios. Así, para cada día incluye información de los puntos lunares, datos no aportados hasta el momento.

En definitiva, estos dos trabajos de Sanches Dorta son una mejora de las anteriores. Analizando los mismos asuntos, trata de progresar, mejorar sus estudios incluyendo descripciones más detalladas, nuevas variables o fenómenos de estudio, e incluso información sobre los instrumentos utilizados. Todo ello bajo la objetividad y buscando la mayor precisión posible en sus registros y escritos pormenorizados.

#### **4.2.7. Taboas, e Diarios Meteorológicos, pertenecentes ao anno de 1788, por Bento Sanches Dorta**

Este trabajo, tal y como el propio título indica, contiene las observaciones meteorológicas anotadas por Sanches Dorta desde enero hasta el mes de mayo del año 1788. Como ya se ha comentado, en junio de ese año el portugués se mudó a São Paulo. Esta publicación contiene los últimos registros que el portugués tomó en la ciudad de Río de Janeiro. Fue publicada en el primer tomo del tercer volumen de las Memorias de la Academia Real de las Ciencias de Lisboa (Sanches Dorta, 1812c, pp. 154-167).

En este trabajo el autor muestra exclusivamente sus registros haciendo uso de tablas. Como se ha comprobado, sus publicaciones progresivamente habían sido incrementadas en número y mejoradas en calidad. No sólo hacía uso de tablas para mostrar sus datos; también podíamos leer uno o varios textos en los que resumía los principales rasgos atmosféricos de los diferentes años en los cuales tomó sus anotaciones. No obstante, en ésta cambia su metodología y prescinde de los resúmenes. Así utiliza exclusivamente tablas para exhibir sus anotaciones.

Otra diferencia con respecto a los trabajos previos es que en éste únicamente muestra sus observaciones meteorológicas. Hasta entonces, por lo general, en un mismo trabajo quedaban vigentes los registros astronómicos y meteorológicos que había realizado en un mismo intervalo de tiempo. En este, sin embargo, se limita a exponer sólo los segundos. Fijémonos en que, como ya comenté en el apartado previo, los registros astronómicos que realizó durante estos cinco meses quedaron recogidos en Sanches Dorta (1812b), junto a sus anotaciones meteorológicas y astronómicas correspondientes al año 1787. Desconozco el motivo por el cual prefirió incluirlo en el previo.

Pasando ahora analizar las tablas que en este trabajo en concreto son mostradas, aparecen, en primer lugar, los valores de las diferentes variables meteorológicas a nivel mensual. Todos ellos son extraídos de los registros diarios. En concreto hay dos tablas con datos a nivel mensual de la presión, temperatura y declinación magnética: para cada variable, en las correspondientes primeras tablas aparecen los registros extremos de cada mes, indicando también el día en el que se dan y los posición de la luna en esa fecha concreta, así como los valores medios mensuales de por la mañana, a medio día y

de por la tarde; por otro lado, en las segundas tablas correspondientes a cada variable son exhibidos los valores medios tanto barométricos, termométricos y de la aguja magnética cada dos horas desde las 6h de la mañana hasta las 10h de la noche. También quedan en este trabajo vigentes el número de días que a nivel mensual el cielo estuvo despejado, con nubes, cubierto, fue variable, se observaron relámpagos, auroras boreales o luces zodiacales, se escucharon truenos y hubo niebla o llovió. Mostró a su vez la cantidad de agua de lluvia o evaporada para cada mes, los vientos dominantes a nivel mensual tanto por la mañana como por la tarde, así como el rumbo de los vientos.

En cuanto a las tablas con los registros a nivel diario aparecerán un total de cinco, una referente a cada mes, con los registros termométricos, barométricos y de la declinación magnética de por la mañana, a mediodía y por la tarde, la dirección de viento predominante por la mañana y por la tarde, la cantidad de agua de lluvia y evaporada, la posición lunar, los puntos lunares, y el estado del cielo para cada día. En cuanto al formato es similar a las ya presentadas en sus publicaciones precedentes (véanse los apartados previos).

En resumen de todo lo analizado sobre este trabajo, se puede resaltar que, estudiando los trabajos de Sanches Dorta desde perspectiva evolutiva, resulta interesante analizarlos por sus singularidades con las que hasta el momento había publicado. Si hasta entonces los trabajos del portugués habían sido progresivamente mejorados, ampliados a través de resúmenes y descripciones, en éste que presentamos apreciamos la carencia de dicho progreso. Por otro lado, los registros astronómicos de estos meses fueron exhibidos en su trabajo previo, algo que también llama la atención del lector. No obstante, este trabajo no es en absoluto pobre. La información que en él aparece permite hacer una detallada reconstrucción climática de ese período temporal. Sigue reinando la precisión y rigurosidad que caracteriza a la metodología del portugués y a sus creaciones. Sigue, pues, estando vigente, el espíritu y la influencia de la ilustración en esta publicación.

#### **4.2.8. Diario physico-meteorologico de Outubro/Novembro/Dezembro do anno de 1788 da Cidade de São Paulo na América Meridional e Oriental por Bento Sanches Dorta**

Las últimas observaciones meteorológicas realizadas por Sanches Dorta aparecen escritas en estos tres trabajos: *Diario physico-meteorologico de Outubro do anno de 1788 da Cidade de São Paulo na América Meridional e Oriental por Bento Sanches Dorta* (Sanches Dorta, 1812d, pp. 183-187), *Diario physico-meteorologico de Novembro do anno de 1788 da Cidade de São Paulo na América Meridional e Oriental por Bento Sanches Dorta* (Sanches Dorta, 1812e, pp. 188-192), *Diario physico-meteorologico de Dezembro do anno de 1788 da Cidade de São Paulo na América Meridional e Oriental por Bento Sanches Dorta* (Sanches Dorta, 1812f, pp. 193-197). En la actualidad se pueden consultar en el primer tomo del tercer volumen de las Memorias de la Academia Real de las ciencias de Lisboa. Por su similitud en el formato, como se comprobará a continuación, propongo realizar su análisis de manera conjunta.

El portugués, en estos tres trabajos, de manera independiente, describe y refleja las observaciones meteorológicas realizadas en São Paulo durante tres meses del año 1788: en Sanches Dorta (1812d) están vigentes los datos del mes de octubre; los registros meteorológicos del mes de noviembre se pueden consultar en Sanches Dorta (1812e); y, por último, Sanches Dorta (1812f) nos muestra las observaciones meteorológicas realizadas por el portugués durante diciembre. No obstante, en estas publicaciones no aparecen sus anotaciones astronómicas. Al igual que en la publicación anterior, Sanches Dorta se limita a exponer sus observaciones meteorológicas. Como ya vimos, los estudios astronómicos que durante estos meses realizó aparecen en Sanches Dorta (1799b). El portugués hizo uso de estos datos para calcular la longitud y latitud de São Paulo. Por ello, al igual que hizo con los registros correspondientes a Río de Janeiro, quiso escribirlos en publicaciones diferentes.

En ellos Sanches Dorta reincorpora las descripciones, que ya previamente había introducido en sus publicaciones, para resumir las características meteorológicas de cada uno de los meses de estudio. Y no le basta con redactar una breve introducción al respecto. Más allá de eso reflexiona independientemente, de forma separada, sobre los

valores marcados por los diferentes instrumentos utilizados. Destina diferentes apartados para analizar los valores barométricos, termométricos, higrométricos y el estado de la atmósfera que se dieron cada uno de los meses. En estas descripciones, hace referencia, por ejemplo, a los valores máximos y mínimos marcados de cada variable para cada mes, cuándo y bajo qué restantes condiciones se dieron, cuál fue la máxima variación diurna durante esos 30 o 31 días y qué día ocurrió,... Por otro lado, en la sección que destina para analizar el estado de la atmósfera de ese mes, hace referencia, además de al número de días en el que el cielo estuvo de una u otra manera (despejado, cubierto, nublado...), a la cantidad de agua de lluvia y agua evaporada que registró a lo largo de todo el mes. También exhibe la dirección de viento predominante a nivel mensual tanto por la mañana como por la tarde. Se preocupa pues de resaltar en cada una de las publicaciones y, por tanto, a nivel mensual, las peculiaridades meteorológicas de manera pormenorizada, de extraer y analizar los datos meteorológicos que él mismo había registrado, de relacionar unos variables con otras, etc. Nuevamente, profundiza en estas particularidades, redacta unas descripciones claras y detalladas.

La información que revela en estas descripciones es la que hasta entonces había incluido en sus tablas de registros mensuales. Es por ello por lo que, en estos tres trabajos, Sanches Dorta elabora tablas para exhibir únicamente sus observaciones a nivel diario. En cada uno aparecerá una con los registros termométricos, barométricos y de la declinación magnética de por la mañana, a mediodía y por la tarde, la dirección de viento predominante por la mañana y por la tarde, la cantidad de agua de lluvia y evaporada, la posición lunar, los puntos lunares, y el estado del cielo para cada día del mes en cuestión (octubre en Sanches Dorta (1812d), noviembre en Sanches Dorta (1812e) y diciembre en Sanches Dorta (1812f)). En cuanto al formato, es similar a las ya presentadas en sus trabajos precedentes (véanse los apartados previos).

A partir del año 1788, no han sido encontrados registros meteorológicos de este autor. Cabe preguntarse si a partir de diciembre de dicho año Sanches Dorta cesó en su empeño, o si siguió dedicándose a esta tarea y no han sido encontradas sus observaciones. Fijémonos en que, como posteriormente veremos, mediante el estudio de algunos manuscritos encontrados de su autoría, nos queda constancia de que en el año 1792 el portugués continuaba realizando observaciones astronómicas. Es extraño pues,



que encomendándose a estudios astronómicos, desatendiera los meteorológicos. Sin embargo, no podemos sacar ninguna conclusión clara. Por otro lado, a partir de otras fuentes secundarias, sabemos que tras su llegada a São Paulo, Sanches Dorta realizó otro tipo de estudios, como el análisis de las aguas de algunas fuentes y ríos. Quizás, estas otras ocupaciones, ocuparan parte de su tiempo y le impidieran realizar observaciones meteorológicas con tanta regularidad.

En cualquiera de los casos, en este último trabajo del portugués con registros atmosféricos, sigue manteniendo la rigurosidad, precisión, y buen hacer científico que hasta entonces le había caracterizado. Cesa en su empeño, o al menos en cuanto a sus trabajos publicados en las *Memorias* se refiere, destacando por el reflejo en las mismas de las ideas y las prácticas iluministas, que, como se puede y se ha podido comprobar, calaron en él de forma muy profunda.

#### **4.2.9. Observações dos Satélites de eclipses de Júpiter, feitas em São Paulo com hum Óculo achromatico de 17 polegadas de fóco**

Como ya fue comentado previamente, cuando Sanches Dorta llegó a esta São Paulo continuó realizando sus prácticas científicas habituales. A partir de las observaciones astronómicas que el científico realizó tras su llegada a dicha ciudad elaboró esta trabajo que sería publicada en el año 1812 en la primera parte del tercer volumen de las *Memorias de la Academias de las Ciencias de Lisboa*.

El artículo en cuestión está compuesto por apenas una página. En la misma, tras el título del trabajo, aparece una tabla en la cual quedan registradas las observaciones de los eclipses de los Satélites de Júpiter anotadas a lo largo del año 1789. Como ya se ha venido observando y posteriormente se profundizará, Sanches Dorta siempre mostró gran interés por los fenómenos de este tipo. Concretamente, en esta imagen toda la información estaba dividida en cuatro columnas: en la primera anotó las fechas (el día y el mes) en la cual tomó los registros; en la segunda aparecería cuál de los cuatro satélites era el eclipsado; el tiempo verdadero en el cual se produjo el eclipse en horas, minutos y segundos quedaría recogido en la tercera columna, en la cual además,

indicaría si se trataba de un fenómeno de emersión o inmersión; por último, en la cuarta, el estado del cielo en el momento el cual se realizaba la observación quedaría anotado, información valiosa para determinar las condiciones de visibilidad del fenómenos astronómico. En la Figura 8 se muestra la página a la cual se ha hecho referencia hasta ahora.

DAS SCIÊNCIAS DE LISBOA. 179

**OBSERVAÇÕES**

*Das Eclipses dos Satellites de Júpiter, feitas em S. Paulo com hum  
Oculo acromatico de 17 polegadas de foco.*

POR BENTO SANCHES DORTA.

Anno de 1789.	Satel- lites.	Tempo verdadeiro			
		Hor.	Min.	Seg.	
Fevereiro 28	3. <sup>o</sup>	9	35	31 Im.	Ceo claro, o Planeta bem ter- minado, e as faixas bem visiveis.
..... 28	1. <sup>o</sup>	9	54	34 Em.	O mesmo.
Março 9	1. <sup>o</sup>	6	20	8 Em.	Ceo mui claro, com bastan- te crepusculo.
..... 16	2. <sup>o</sup>	11	5	26 Em.	Ceo muito sereno, as faixas de Júpiter bem terminadas.
..... 22	4. <sup>o</sup>	10	44	21 Im.	Ceo muito claro.
..... 23	1. <sup>o</sup>	10	13	41 Em.	Ceo mui sereno, as faixas do Planeta bem visiveis.
Abril 1	1. <sup>o</sup>	6	40	20 Em.	Ceo nuvado em partes, e vento forte que fazia tre- mer o Oculo.
..... 24	1. <sup>o</sup>	6	52	28 Em.	Ceo muito claro, Júpiter com as suas faixas bem termi- nadas.
Mai 1	1. <sup>o</sup>	8	55	31 Em.	Ceo bem sereno; porém a Lua muito clara, e moi proxima a Júp., as faix. bem patent.
..... 17	1. <sup>o</sup>	7	14	56 Em.	Ceo muito claro, as faixas e o mesmo Júpiter bem ter- minadas.
Junho 9	1. <sup>o</sup>	7	25	28 Em.	Ceo muito pouco claro, o Planeta mal terminado, as faixas mal se percebão.
Novemb. 23	2. <sup>o</sup>	16	20	19 Im.	Ceo muito claro, Júpiter com as suas faixas bem visi- vel.
Dezembro 8	1. <sup>o</sup>	12	23	50 Im.	Ceo sereno, mas com hum pequeno vapor.

Z ii obfer-

Figura 8. Página impresa en el Tercer volumen de las Memorias de la Academia con las observaciones de Sanches Dorta de los eclipses de los satélites de Júpiter (1789).

Como en el propio título indica, Sanches Dorta hizo uso de un pequeño telescopio acromático de 17 pulgadas de foco para realizar sus observaciones, así como de un péndulo de segundos calibrado a partir de diferentes medidas a diversas alturas solares. El registro de este tipo de eventos era bastante sencillo: haciendo uso del telescopio y con el péndulo calibrado, miraría hacia Júpiter para anotar el momento exacto en el cual comenzaba el eclipse de los satélites.

Quiero aquí mencionar que Francisco de Oliveira Barbosa, el astrónomo portugués que viajó a Brasil junto a Sanches Dorta, también se interesó por realizar este tipo de observaciones astronómicas. De esta manera, en su estancia en São Paulo durante algunos meses los años 1789 y 1790, registró los mismos datos sobre el acaecimiento de los eclipses de los satélites de Júpiter y su visualización en esta ciudad. No obstante, Oliveira Barbosa sólo anotó registros simultáneos a los de Sanches Dorta los meses de febrero, marzo y diciembre de dicho año. La metodología seguida por Oliveira Barbosa en sus observaciones, fue similar a la de su compañero. Estos datos están publicados en el segundo tomo de las Memorias de la Academia de las Ciencias de Lisboa (Oliveira Barbosa, 1799, pp.40-42).

Como se puede apreciar, la Ilustración había calado de fondo en Sanches Dorta. Su publicación llama la atención por la completa ausencia de subjetividad en la misma. Sanches Dorta anota sus datos y eso es lo que publica. Observa y apunta. Toda la información que en su creación aparece es fruto de una práctica científica ajena a la interpretación. A la vez, nos muestra su conocimiento e interés sobre temas científicos estudiados en la época.

#### **4.2.10. Observações do anel Saturno do mesmo anno de 1789 e com o mesmo Óculo pequeno de 17 polgadas de foco**

En el año 1789, estando Bento Sanches Dorta en São Paulo, a la par que realizaba sus estudios sobre los eclipses de los satélites de Júpiter (Sanches Dorta, 1812g, p. 179), se dispuso a observar los anillos de Saturno. Este trabajo corrobora el ya conocido y demostrado interés por Sanches Dorta hacia los distintos fenómenos astronómicos. Como hasta ahora se ha podido apreciar, no sólo se dedicó a estudiar un problema de astronomía en concreto. Su disposición con el avance de este campo de la ciencia era tal que su estudio abarcó multitud de fenómenos diferentes. Este trabajo, *Observaciones de los anillos de Saturno del mismo año de 1789 y con el mismo telescopio pequeño de 17 pulgadas de foco*, fue publicado en la primera parte del tercer volumen de las Memorias

de la Academia de las Ciencias de Lisboa, siguiendo justo a su estudio sobre los eclipses de los satélites de Júpiter previamente comentado.

En este trabajo Sanches Dorta hizo referencia y, en algunos casos, describió cuándo y bajo qué circunstancias atmosféricas pudo observar a lo largo del año 1789 los anillos de Saturno. Como el científico escribió en su trabajo, comenzó sus observaciones en abril por que *"Este [Saturno] siempre en el mes de febrero y marzo se halló sepultado en el crepúsculo de la noche en el primero, y en el de la mañana en el segundo"* [Portugués: "Este (Saturno) sempre no mes de Fevereiro, e Março se achava sepultado no crepusculo da noite no primeiro, e no da manha no segundo"] (Sanches Dorta, 1812h, pp. 181). Continuaría anotando sus registros el día 20 de agosto, finalizando en septiembre. El portugués indicó el momento en el cual realizaba sus observaciones, el estado del cielo y las características que presentaba el planeta y sus anillos dicho día. Además, Sanches Dorta hizo referencia a aquellos días en los cuales, debido a las condiciones atmosféricas, le resultó imposible ver Saturno. Hay que indicar aquí también que, en una ocasión, refiriéndose a Saturno, hizo mención a los Satélites de Júpiter: *"El cielo estaba sumamente claro, el planeta (Júpiter) bien terminado, las asas del anillo bien claras, y bien parecidas a las de los satélites de Júpiter"* [Portugués: O Ceo estava summamente claro, o Planeta bem terminado, as azas anel bem claras, e bem parecidas un dous Satélites de Júpiter] (Sanches Dorta, 1812h, pp 180). Es decir, de alguna manera, Sanches Dorta relacionó estas observaciones con las que simultáneamente estaba realizando de Júpiter. En la Tabla 1 queda resumida toda la información que el científico escribió en este artículo sobre los anillos de Saturno.

En esta publicación Sanches Dorta hace eco de su interés por las últimas noticias y avances científicos. Tal y como en las *Memorias* se puede apreciar, los principales asuntos astronómicos de interés de la época eran las observaciones de los eclipses de sol y luna, y su predicción, de los satélites de Júpiter y la visualización de los anillos de Saturno. El portugués, además de mostrar gran disposición por este último asunto realizando sus anotaciones, revela cómo es conocedor de las noticias más recientes al respecto. Así, hace referencia a la determinación realizada por *Mr. du Sejour* acerca de la desaparición de los anillos de Saturno. Sanches Dorta corrige con sus observaciones los cálculos determinados por el francés.

OBSERVACIÓN DE LOS ECLIPSES DE LOS SATÉLITES DE JÚPITER (1789)			
Mês	Día	Hora *	Observación
Abril	19	4:00 – 4:50	Observó los anillos claramente.
	20		No pudo observar Saturno por la niebla.
	21		
	22		
	23	4:00 – 4:30	Le resultó muy difícil ver los anillos.
	24		No pudo observar Saturno por la niebla.
	25	3:50 – 5:00	Observó los anillos claramente.
	26		No pudo observar Saturno por la niebla.
	27		
	28	3:45 – 4:50	No se distinguían bien los anillos, parecían muy pequeños.
	29	3:50 – 4:38	No pudo observar los anillos aunque si vio Saturno
Agosto	20	8:15	No pudo observar los anillos aunque si vio Saturno y uno de sus satélites
	21		No pudo observar Saturno porque el cielo estaba cubierto.
	22		
	23		
	24		
	25		No pudo observar los anillos aunque si vio Saturno
Septiembre	13	7:30– 8:20	Observó los anillos claramente. Además, apreció el espacio que existe entre los anillos y el planeta.
	15	7:50 – 8:30	Observó los anillos claramente.
	16		
	17		
	24		Observó los anillos muy delgados.
	25		No pudo observar los anillos aunque si vio Saturno
	26		No pudo observar Saturno.
	27		
	28		
	29		
	30		No pudo observar los anillos aunque si vio Saturno

Tabla 1. Observación de los eclipses de los satélites de Júpiter durante el año 1789. \*Es tiempo local.

En esta situación queda reflejada la consideración que se tenía por la observación y las matemáticas como vías de acceso al conocimiento a finales del siglo XVIII, como dos campos en ferviente crecimiento. Si bien, a partir de los cálculos cuantitativos se había determinado cuándo podría ocurrir el fenómeno, Sanches Dorta valida esta predicción a través de la observación directa. Este tipo de procedimientos, ensayo y error, contribuiría al avance de la ciencia, a la mejora de las teorías postuladas.

Cabe aquí indicar que este trabajo se diferencia con respecto a la anterior en su formato. Sanches Dorta no crea una tabla con sus datos si no que redacta toda la información que tiene. Sin embargo, no por ello se aleja de la objetividad que caracteriza sus

publicaciones. El portugués observa y redacta, se remite a los hechos, indica siempre aquello que ve y que aprecia, sin aportar ningún comentario personal.

Por último, indicar que Sanches Dorta informa que, para analizar los anillos de Saturno, utiliza el mismo pequeño telescopio acromático que usó para realizar sus observaciones previas. No obstante, es en esta trabajo cuando el autor hace referencia al posible error que podría introducir en sus observaciones. El portugués informa de la posible imprecisión que debido al instrumento utilizado podría haber en sus registros. Es consciente, pues, de la importancia que tiene realizar estas anotaciones con la mayor precisión posible, con la mejor exactitud, y también es conocedor de los posibles errores que un instrumento puede introducir. Es conocedor de los posibles errores que también la observación puede introducir en la práctica científica.

### **4.3. Manuscritos encontrados**

#### **4.3.1. Descrição do Termometro e redução da sua escala**

Por ser Sanches Dorta socio de la Academia de las Ciencias de Lisboa, una de las primeras bibliotecas que se debe consultar es precisamente ésta. Este manuscrito, Descripción del termómetro y reducción de su escala, pertenece a la colección azul de la serie de manuscritos disponible en su archivo, en concreto forma parte de la Colección de las memorias físicas y químicas ofrecidas a la Academia Real de las Ciencias de Lisboa pero que no fueron impresas. Dicha colección está compuesta por un total de 2012 documentos, tanto originales como copias, todos ellos de gran valor. Fueron escritos entre el año 1782 y el 1813 por multitud de autores de diversos lugares. A modo de ejemplo se pueden citar D´Almeida (1782), Chrysostomo (1783), etc...

Concretamente, este manuscrito es el cuarto de todos los que se pueden consultar en el tomo al que pertenece. Está compuesto por dos páginas y media, escritas con lápiz. En la primera página, Sanches Dorta explica el fundamento y la utilidad y del termómetro, mientras que, en la restante página y media, muestra en dos tablas la conversión de la temperatura de grados Reaumur a Fahrenheit y viceversa.

Profundizando en los asuntos tratados en este trabajo, inicialmente el portugués explica detalladamente el mecanismo del termómetro e informa de la explicación física subyacente al funcionamiento del instrumento. Expone la relación existente entre la disminución o expansión del mercurio del termómetro y las bajas y altas temperaturas respectivamente. Como él dijo: “...luego el mercurio del termómetro debe subir más cuando el calor de la atmósfera sea mayor, y decrecer abajo del principio de la graduación cuando la atmósfera es más fría” [Portugues: “...logo o azougue do Thermometro deve fubir mais, quando o calor da atmosphaera for maior, o descer a baixo do principio da graduacao quando atmosphaera he mais fria”]. Continúa su trabajo explicando de forma cualitativa las diferencias entre las escalas termométricas Fahrenheit y Reaumur. Como el mismo indica, a pesar de que la escala Reaumur era la más utilizada por los franceses, el prefería utilizar la Fahrenheit porque “*el método Fahrenheit es el más exacto, y hace mucho tiempo que fue adoptado por los físicos ingleses y otros sabios siguen su ejemplo*” [Portugués: “*O methodo de Fahrenheit, he mais exacto, e ha muito tempoque he adoptado pelos fysico Inglezes, e outros fábios feguem feu exemplo*”] (Sanches Dorta, 1797b, p. 346-347). En este manuscrito, y en la publicación correspondiente, el portugués demuestra también que es conocedor de la relación entre los puntos de ebullición y de fusión y la presión atmosférica.

En cuanto a las tablas, como Sanches Dorta escribe en este manuscrito, prefiere, hacer uso de dos tablas para mostrar la equivalencia entre las escalas Reaumur y Fahrenheit en lugar de dar una explicación sobre la fórmula de conversión. Tal y como el portugués dice “...pero para mayor comodidad muestro dos tablas calculadas para ese efecto” [Portugues: “...mas para maior commodidade mostro duas Taboas calculadas para esse effeito”]. En la primera tabla, el científico muestra la equivalencia entre la escala Fahrenheit y la Reaumur, comenzando desde 1° F hasta llegar a los 212° F. En cuanto a la segunda, expone la equivalencia contraria, esto es, convierte los grados Reaumur en Fahrenheit, comenzando en 30° R y finalizando en 80° R y sus correspondientes equivalentes.

Por último, quiero aquí mencionar, como ya se hizo saber previamente, que esta primera parte del manuscrito, la que se refiere al termómetro y su evolución, fue publicada en el primer tomo de la Memoria de la Academia de las Ciencias de Lisboa, precediendo a las observaciones meteorológicas realizadas por el mismo autor durante los tres primeros

años de estancia en Río de Janeiro (véase la sección 4.2.4). Se podría considerar la introducción del trabajo. Con ella, Sanches Dorta demuestra un vasto conocimiento en el tema. Revela que posee la base necesaria para realizar unas medidas con gran precisión. No obstante, en la publicación en las Memorias, en lugar de mostrar la conversión haciendo uso de tablas, como aquí utiliza, Sanches Dorta expone de forma cualitativa la relación entre ambas. Fijémonos en que, realmente, en este caso las mismas ofrecen información similar a la ya explicada, no son más que el resultado de la aplicación de una expresión que ya ha sido comentada por el autor. Puede ser este el motivo, que sea información redundante, por el cual el manuscrito fuera parcialmente publicado.

#### **4.3.2. Memoria sobre a produção do frio artificial**

Esta memoria escrita por Bento Sanches Dorta contiene dos comunicaciones escritas y leídas en julio de 1787. La primera fue leída en un encuentro de la Sociedad Literaria de Río de Janeiro, concretamente el 5 julio de dicho año. Catorce días después, el día 19 del mismo mes, sería leída la segunda (Tuna, 2009). En la misma, Sanches Dorta indica que fue llamado para ser miembro de dicha sociedad

En la primera comunicación, el portugués redactó sus ideas sobre la posibilidad de producir frío artificial mediante la disolución de sales. De ahí a que el título de este primer comunicado fuera *“El frío artificial producido por la disolución de sales”* [Portugués: *“O frio artificial produzido pella dissolução dos saes”*]. Sanches Dorta comenzó su trabajo haciendo alego de su modestia. Él no era un experto en este asunto, y esto fue lo primero que reflejó en esta memoria. No obstante, si que trató de instruirse, de formarse en la materia que en esta ocasión le confería, preguntando, leyendo para ampliar sus conocimientos de física, química e historia natural. Para ello, hizo uso de una amplia bibliografía escrita por importantes científicos europeos de la época, y posiblemente leídos durante su formación en la Universidad de Coimbra, como Pieter van Musschenbroek (1692-1761, físico holandés); Robert Boyle (1627-1691, científico irlandés); Antoine Baumé (1728-1804, químico francés); Georg Wilhelm Richmann (1711- 1753, físico alemán); William Cullen (1710-1753, químico escocés), etc. Incluso



requirió, y así lo solicitó de manera expresa en su lectura, que las experiencias fueran evaluadas, comprobadas y mejoradas (Sanches Dorta, 1787, p. 674). Refleja de esta manera su ansia por conocer, por ampliar sus estudios, procurando siempre su formación leyendo las obras de los eruditos en el tema. Incita además a practicar una nueva metodología de conocimiento, basada en el ensayo-error, en la comprobación de resultados.

En este trabajo el portugués trató de mostrar el mecanismo que había diseñado para enfriar licores y aguardiente. Para ello, era fundamental producir frío artificial por la "comodidad" y también la facilidad con la cual, haciendo uso de ello, se podrían "resfriar los licores" principalmente en aquellos lugares en los cuales por sus condiciones climáticas, nunca nevara, como ocurría en Río de Janeiro o São Paulo. (Sanches Dorta, 1787, p. 674). Su experimento consistía en mezclar amoníaco con agua procedente de la "Fonte da Carioca", y establecer la relación existente entre la cantidad de sal que tuviera la mezcla y el frío alcanzado en cada una de ellas. Sanches Dorta observó que el movimiento de dicha mezcla disminuiría la temperatura, de manera que, cuando la temperatura ínfima fuera alcanzada, ésta aumentaría nuevamente. No obstante, el portugués siendo también consciente de lo caro que resultaba este producto en Río de Janeiro y de su carencia por gran parte de la población, sugirió que esta mezcla fuera reutilizada en ocasiones futuras. Esta debería ser situada en un recipiente de barro que se pusiera a fuego lento, para después ser enfriada, y con ello dar lugar a la formación de cristales a los cuales se les pudiera dar nuevo uso. De esta forma, propondría un mecanismo eficaz a la par que asequible para alcanzar su objetivo.

En cuanto a la segunda parte de la memoria, el portugués aborda la producción de frío mediante la evaporación. La inicia haciendo referencia a personas que en el pasado pudieron usar este mecanismo para dicho fin, así como nombrando a aquellos que investigaron este tipo de experiencias. No obstante, indica que es un asunto de interés reciente, poco tenido en cuenta hasta el momento. Así, el portugués se preocupa en esta parte del manifiesto de recalcar los beneficios que la producción de frío podría tener en varios campos de estudio. Sobre todo en la medicina, el uso del hielo era cada vez más demandado para tratar multitud de enfermedades, principalmente en casos de desmayo y asfixias. Propone para alcanzar su fin el uso de tres sales concretas: sal-amoniaco-vitriolico, sal-amoniaco-nitrato, sal- vegetal, aunque indica que la mas productiva en sus

experiencias es la sal-amoniaco. A partir de entonces, Sanches Dorta da una explicación exhaustiva del procedimiento que sigue así como de los instrumentos y sustancias que utiliza. Tras ello, acaba exponiendo sus principales resultados, llamando la atención para los líquidos que mejor resultados le dieron en la realización de dichas experiencias. Finaliza esta segunda comunicación resaltando que *“la materia aún no está totalmente agotada, y que ella nos convida a muchas otras observaciones y experiencias”*.

En la actualidad, podemos leer estas memorias en la Biblioteca Nacional de Portugal, concretamente en la colección pombalina de manuscritos. Este manuscrito fue comprado a los herederos de Marqués de Pombal. Las veinticuatro páginas que lo componen están unidos a otros documentos del siglo XVII y XVIII. En la cubierta de este entramado de obras se puede leer *"Papeles curiosos e interesantes que dão noticia de Portual dos suções Ultramarinas, até da cuberta e desvarios de objectos"* [Portugués: *"Papeis Curiosos e interessantes"*]. Hoy en día sólo está disponible en microfilme. Además, el manuscrito contiene dos tablas llamadas *“Sales simples o mixtas”* y *“Fluidos empleados en las experiencias”* [Portugués: *“Saes simples ou mistos”* y *“Fluidos empregados em as experiencias”*].

#### **4.3.3. Eclipses da lua, visíveis em S. Paulo, anunciados e explicados por Bento Sanches Dorta**

En este trabajo, Sanches Dorta nos demuestra sus conocimientos matemáticos. Los usa en este caso para realizar los cálculos precisos de los cuales se sirve para determinar las posiciones de los astros en los diferentes instantes. De esta manera, el portugués calcula con precisión los momentos en los cuales se producirán eclipses de Luna a lo largo de los años 1789, 1790, 1791 y 1792.

El manuscrito consta de 4 páginas. En la actualidad, se puede consultar el microfilme de este manuscrito de Sanches Dorta en la Biblioteca Nacional de Lisboa. Se encuentra en la colección pombalina, junto a otros documentos como cartas y papeles oficiales de la India y Brasil escritas hasta el año 1803, o escritos sobre las Guerra con España en el año 1707. Hay que indicar que existe cierta dificultad para visualizarlo. Esto puede ser debido posiblemente al mal estado en la que se encontraba el documento antes de ser

microfilmado. El documento puede datarse, por la información que aparece en el texto, entre el mes de septiembre y el 2 de noviembre del año 1789.

Por sus características y estructura se podría indicar que se trata de una carta. En ella anuncia y explica la existencia de tres futuros eclipses de Luna. El primero se trata de uno parcial anunciado para el día 2 de noviembre de 1789 y visible en São Paulo. Sanches Dorta indica además el momento en el que, de acuerdo con sus cálculos, comenzará y se producirá el máximo del eclipse. El segundo eclipse de Luna que comunica tiene fecha de 28 de abril de 1790. Se trata de un eclipse total acerca del cual da referencias sobre el momento en el cual inicia, cuándo se produce la oscuridad total, el medio del eclipse y el fin de la oscuridad. Por último, el portugués advierte sobre la posible visualización de un eclipse parcial de Luna el 11 de octubre del año 1791. En este caso, sólo indica la duración total estimada del evento. Cabe indicar que junto a estas descripciones son adjuntadas tres imágenes en tono sepia, que representan dichos eclipses. Las figuras ocupan la mitad superior de la página.

Además de dar esta información, Sanches Dorta escribe una pequeña reseña histórica sobre los eclipses. El científico llama la atención por el interés que este tipo de eventos ha despertado siempre en el hombre. A su vez, recalca la utilidad que tienen estos fenómenos para el cálculo de las coordenadas geográficas. Finaliza el trabajo haciendo alusión a que en el año 1792 no tendrá lugar ningún eclipse de Luna. No obstante indica que habrá un eclipse de Sol visible en Brasil. Para recalcar su carácter de científico afirma que tratará de contemplarlo, “*si Dios se lo permite*”. Desgraciadamente hasta el momento no se ha encontrado ningún escrito de su autoría que haga referencia a la visualización de dicho evento. No obstante, como a continuación será tratado, dedica un escrito para predecir la visibilidad de dicho evento.

De nuevo, en esta manuscrito Sanches Dorta nos demuestra su interés por hacer ciencia útil. Sus conocimientos matemáticos son usados para tratar de determinar las fechas en las cuales se producirán eventos astronómicos de gran importancia durante la época para la determinación de las coordenadas geográficas. El portugués informa e inconscientemente anima al lector a observar eventos astronómicos futuros que pueden resultar útiles para la mejora de otros campos científicos. A la vez deja en evidencia la importancia que entonces tenía poseer conocimientos matemáticos. En definitiva, no sólo es ejemplo de científico; también incita a hacer ciencia.

#### **4.3.4. Notícia do astrónomo Bento Sanches de Orta, predizendo os locais de visibilidade do Eclipse do Sol, a ocorrer no dia 22 de Março de 1792**

Recientemente ha sido digitalizado este manuscrito de la autoría de Bento Sanches Dorta. Por su mal estado, a pesar de encontrarse en la Biblioteca Nacional de Lisboa encuadrado junto a otros escritos, en la actualidad no puede ser consultado por el público. Se trata de un escrito publicado posiblemente el día 18 de marzo del año 1792.

En este manuscrito, Sanches Dorta completa la información que previamente había sido publicado en la obra “*Chronografia Lunar*”, impresa en el “*Jornal Encyclopedico de Lisboa*”, sobre el eclipse de Sol anunciado para el 22 de marzo del mismo mes. Por ello, el científico se remite a hacer referencia de los lugares en los cuales, de acuerdo con sus cálculos, el fenómeno sería visible y las características que presentaría el mismo.

Como viene siendo práctica en el portugués, incluye además en dicho manuscrito dos diseños en acuarela de color amarillo y beige que ocupan la parte superior del folio. En ellos aparece representado el que sería el futuro eclipse de Sol.

Cabe indicar que, hasta el momento, este tipo de fenómenos no habían sido reportados por Sanches Dorta. De esta manera el portugués nuevamente viene a demostrar sus amplios conocimientos astronómicos. Al mismo tiempo, revela su manejo en herramientas matemáticas. Fueron éstas las que le permitieron calcular cuándo ocurrió dicho evento.

#### **4.3.5. Notícia do astrónomo Bento Sanches de Orta, predizendo a passagem do planeta Mercúrio pelo disco do Sol, no dia 5 de Novembro de 1789, na cidade de São Paulo**

Este manuscrito escrito por Bento Sanches Dorta pertenece a la colección Pombalina de la Biblioteca Nacional de Lisboa. En el pasado reciente, debido a su mal estado de conservación ha sido digitalizado. Se sabe que fue escrito por el portugués con fecha anterior al 5 de noviembre del año 1789.

Sanches Dorta predice y describe en este manuscrito el paso del planeta Mercurio por el disco del Sol el 5 de noviembre del año 1789. Se sirve además, para dar una explicación más completa, de un diseño en color sepia que ocupa la parte superior. El portugués analiza con minuciosidad el acontecimiento astronómico, aportando multitud de detalles sobre el mismo.

#### **4.3.6. Determinação geográfica da cidade de São Paulo, no anno de 1789 feita por Bento Sanches Dorta**

Este pequeño escrito consiste en una breve y concisa anotación acerca de la determinación geográfica de la ciudad de São Paulo. Como ya fue analizado, cuando Sanches Dorta llegó a dicha ciudad realizó las observaciones pertinentes que le permitieron determinar las coordenadas de esta ciudad Brasileña. En este breve manuscrito muestra sus resultados.

En la actualidad, está disponible el documento digitalizado en la Biblioteca Nacional de Portugal. El mismo forma parte de la colección Pombalina, y está junto a otros documentos originales.

#### **4.3.7. Observações feitas no ano 1782, referentes aos eclipses dos satélites de Júpiter**

Las mismas observaciones de los eclipses de los satélites de Júpiter correspondientes al año 1782 publicados en las *Memorias de la Real Academia de las Ciencias de Lisboa* han sido encontradas en el *Archivo histórico Ultramarino de Lisboa*. Son éstas remitidas por Sanches Dorta y su compañero Francisco de Oliveira Barbosa en un documento al que era secretario de Marina y Ultramar, Martinho de Melo e Castro. Actualmente, este informe de cinco páginas de extensión, lo podemos consultar en el archivo de dicha biblioteca, en la caja 121. En concreto tiene asignado el número 9801.

El documento va encabezado por una breve carta en la cual ambos científicos ofrecen a su Majestad los registros de los eclipses que ambos observaron durante el transcurso de ese año. No obstante, afirman también adjuntar unas tablas con las horas de salida y puesta de Sol, y las horas de las mareas. Desafortunadamente, éstas no han sido encontradas. Solicitan también en la misma carta que estos informes sean publicados, argumentando la utilidad que pueden tener dichos registros para los navegantes. Indican también que pueden realizar esta labor de manera anual, de esta manera cumplirían con las obligaciones que le fueron encomendadas.

En cuanto a los registros, el portugués los envía utilizando un formato similar al que exhibe en sus publicaciones. Así, elabora unas tablas, en concreto dos, para el primer y el segundo satélite. En ellas indica el mes, el día, la hora exacta a la que se produce el fenómeno, si se trata de una emersión o inmersión, y el estado del cielo. Por último, junto a la segunda tabla, indica las características meteorológicas más importantes de dicho año. Muestra el valor medio anual de la declinación magnética, de la temperatura media, la cantidad de agua de lluvia y evaporada a lo largo del 1782, el número de auroras boreales y luces zodiacales que observó y cuándo; también señala cuántos días fueron claros, llovió, hubo niebla o tormenta. Por último, hace referencia a la velocidad de viento predominante tanto por la mañana como por la tarde.

En definitiva, en este informe no encontramos información nueva con respecto a la que Sanches Dorta muestra en sus publicaciones. No obstante, es importante resaltarla por la forma en la que presenta sus observaciones ante su majestad. El científico sabe darle la importancia y el reconocimiento que merecen, trata además de justificar así que realiza la labor que le ha sido encomendada, indica la utilidad que pueden llegar a tener sus registros. Sanches Dorta fue un hombre de ciencias, y es esa condición la que refleja en sus creaciones.

#### **4.3.8. Tratado de geometría pratica sobre o Papel e Sobre o Terreno**

En este tratado, Sanches Dorta compila todos sus conocimientos sobre geometría. Está compuesto por 148 páginas escritas al parecer con pluma. Actualmente puede consultarse en la Biblioteca Nacional de Lisboa. Su estado de conservación es óptimo a pesar de que hay algunas secciones en las cuales resulta complicado descifrar el

contenido de las mismas. No obstante, cabe indicar que esto no se debe a la degradación del documento, si no a tachaduras hechas por el propio científico. Las imágenes que en el tratado están dibujadas parecen ser pintadas a lápiz. Todas ellas están en perfecto estado.

El tratado está dividido en un total de trece secciones: una parte introductoria, una segunda denominada “*definições*”, la tercera llamada “*axiomas*”, la siguiente titulada “*postulados*”, y a continuación un total nueve capítulos que el científico denomina “*livros*”. Cabe indicar que en la página inicial Sanches Dorta se presenta como astrónomo y geógrafo portugués, miembro de la Real Academia de las Ciencias de Lisboa. También informa que este tratado fue heredado por su hija Joaquina Sanches Dorta. A continuación serán analizadas cada una de estas secciones en profundidad.

El portugués parte inicialmente haciendo alusión a la importancia de la geometría como ciencia. Esclarece la definición de este ámbito de estudio e incide en la relevancia que tiene el trabajo de los geómetras que estaban al servicio de las armas, como por ejemplo en el cálculo de distancias. De esta manera trata de justificar el valor de su trabajo. Fijémonos en que afirmando que la geometría es una ciencia relevante por su utilidad, también lo será su tratado. Nuevamente podemos deducir su perspectiva de ciencia: aquella útil, que está al servicio del hombre, que le ayuda en sus quehaceres. A la par, ciencia exacta, definida cuantitativamente, las matemáticas. Simultáneamente también ciencia empirista, todo conocimiento aplicado para la observación.

En el siguiente capítulo, el referente a las definiciones, tal y como su propio título indica, recoge los significados de aquellos conceptos que tienen gran relevancia en esta ciencia como la de punto, punto secante, línea finita, perpendicular, diagonal, diámetro, superficie, triángulo, rectángulo, romboide, octaedro... Muchas de estas definiciones van acompañadas de la imagen correspondiente que lo describe. Estas figuras están situadas en la primera mitad de cada folio rodeadas por un recuadro en el que están todas insertadas, de manera que en cada cuadrado hay más de una figura. A cada una de ellas Sanches Dorta les asigna un número o una letra gracias a la cual se le puede reconocer y asociar en la descripción. Cabe indicar que en total hay 113 definiciones, todas ellas cortas y precisas.

Continúa el autor con el capítulo en el que expone los axiomas fundamentales en geometría. Enuncia en total siete. Nuevamente Sanches Dorta se sirve de una figura para completar el enunciado, hacerlo más visible. El mismo formato posee el siguiente capítulo en el cual expone un total de 4 postulados.

Habiendo ya quedado vigente los principales pilares en los cuales se basa esta ciencia, llega el momento de dedicar una sección a cada bloque que la compone. Como ya fue comentado, Sanches Dorta la dividió en lo que llamó “*livros*”. Cabe indicar que todos tienen la misma estructura: cada una de ellos contiene un número determinado de proposiciones que constan de una imagen inicial, en la que se va explicando el procedimiento a seguir, y el resultado que tras el se obtiene; un enunciado, en el que básicamente se propone o queda recogida la proposición; y por último, una explicación al respecto de la proposición anunciada, a partir de la cual describe paso a paso el procedimiento que a de seguir, y que el científico denomina “*práctica*”. Así teniendo presente que ésta es la estructura de cada uno de los 9 capítulos que hay en el tratado, se pasará a examinar el contenido de cada uno de estos denominados “*livros*”:

- En el “*Livro primero. Da descrição das linhas*” muestra un conjunto de 30 proposiciones relativas a las líneas que acompaña, como ya ha sido indicado, con la imagen correspondiente. Estas a su vez son explicadas en la parte “*práctica*”.

- El “*Livro segundo. Da construção das figuras planas*” compila 18 proposiciones, en las cuales explica cómo construir figuras geométricas planas como son los triángulos equiláteros, el cuadrado, el pentágono, hexágono regular sobre una línea recta dada, etc...Nuevamente divide teoría y práctica y acompaña el procedimiento con una imagen.

- El “*Livro 3. Inscrições das figuras*” reúne en total 15 proposiciones, que muestran la misma estructura que las anteriores, y en las que informa de los pasos a seguir para dibujar una figura geométrica plana inscrita en otra figura geométrica.

- El “*Livro 4. Das circunscrição das figuras*” exhibe un total de 10 proposiciones, que muestran el procedimiento para dibujar figuras geométricas planas que circunscriban a otras ya existentes.



- Dedicar el “*Livro 5. Da redução ou transfiguração dos planos*” para escribir un total de 46 proposiciones, expuestas siguiendo la misma estructura: imagen, postulado y práctica. En ellas quedan explicadas cómo reducir una figura geográfica a otra o la manera de transformarlas o redirigirlas.

- En el “*Livro 6. Da divisão dos planos*” son indicadas un total de 34 proposiciones, en las cuales, como su propio título indica, explica el proceso para dividir una figura geométrica en varias partes o en otras figuras.

- Muestra en el “*Livro 7. De ajuntar planos, cortar um dos outros, aumentalos ou diminuilos segundo o qualquer quantidade*” 15 proposiciones. Cabe indicar que el final de esta parte aparecen explicaciones poco claras, y difíciles a la hora de verse.

- En cuanto al “*Livro 8. Da medição dos planos*” aparecen 10 proposiciones que siguen la misma estructura que lo anterior, aunque con una peculiaridad. Así, en esta ocasión, inicialmente hace unas anotaciones que condicionarán la comprensión a posteriori de los postulados.

- Por último, en el “*Livro 9. Da medição dos solidos ou corpos*” parte por explicar en qué consiste medir un sólido y exponer algunas consideraciones a tener en cuenta para entender los 19 postulados que expone a continuación. En ellos, como el título del libro indica, explica cómo medir los cuerpos.

En definitiva, en estas 148 páginas Sanches Dorta da un repaso a la geometría que tan bien conoce. Demuestra al lector tener amplios conocimientos en esta ciencia, resaltando el carácter útil de la misma. Se trata de un ámbito de interés del cual posee gran formación, y que puede aplicar en su práctica científica diaria. A la par, se preocupa por redactar un tratado enormemente útil para aquel que lo lee y quiere aprender sobre el asunto.

## **5. Bento Sanches Dorta y la meteorología**

## **5. Bento Sanches Dorta y la meteorología**

### **5.1. Introducción: la meteorología en Portugal en el siglo XVIII y su aplicación en la climatología histórica**

A lo largo de la historia, multitud de interesados han mostrado fascinación por los fenómenos naturales. Desde que en 1611 se construyó el primer termómetro y, un siglo después Torricelli descubrió el fundamento físico que marcaría el nacimiento del barómetro, el estudio del tiempo pasó a ser una ciencia cuantificable y progresivamente exacta. Fue a partir de entonces cuando los filósofos naturales aumentaron su interés por los instrumentos meteorológicos y empezaron a utilizarlos para investigar cambios meteorológicos, realizándose así las primeras observaciones europeas. Los registros más antiguos de la temperatura del aire que se conocen datan del año 1659. Esfuerzos individuales de este tipo, fueron realizados desde distintos puntos de la geografía europea (véase Taborda et al., 2004): en París cabe destacar las tres observaciones diarias de temperatura, presión, precipitación, y de la velocidad del viento del médico Louis Morin durante el período de 1665 al 1713; en algunas ciudades de Alemania, la familia Kirch también se preocupó por realizar este tipo de registros; son también destacables los estudios sobre la dirección del viento realizadas por el médico David Grebner entre 1692 y 1721 en Polonia. De esta forma, progresivamente, se fue alcanzando un desarrollo gradual de todo un cuerpo de conocimiento empírico centrado en los diferentes fenómenos celestes, meteorológicos y, a amplia escala, climáticos.

Para los intelectuales europeos del siglo XVIII la relación entre el medioambiente y la cultura humana o el progreso de la civilización fue motivo de debate. Los diversos episodios atmosféricos formaban parte de la tradición social, política y científica. Reflexionar acerca de las razones por las cuales ocurrían, y cómo acontecían era una práctica muy común. La meteorología del siglo XVIII plasmó la mayoría de las características de la naturaleza, la sociedad y la cultura. Y para ello era fundamental el registro previo diario de valores de diversas variables meteorológicas. Así, a mediados del siglo XVIII, aparecieron los primeros intentos por desarrollar redes de estaciones meteorológicas permanentes, aunque no fue hasta principios del 1780 que se logró una estabilidad de las mismas. De esta forma, por iniciativa de instituciones universitarias o de Academias Científicas como la francesa, la inglesa, la alemana y la italiana, en el año

1785 unas 70 estaciones cubrían diferentes partes del globo: Siberia, Europa, Groenlandia, Noroeste de América y una parte del continente asiáticos<sup>15</sup>. En definitiva, en la Europa ilustrada emergió una fuerte atracción por el conocimiento del clima nacional (Golinski, 2007), y por ello enormes esfuerzos fueron realizados durante la Ilustración para la mejora de este campo de interés: un conocimiento exhaustivo del conocimiento del clima y el tiempo (Kington, 1988).

En Portugal, las observaciones meteorológicas que vinieron practicándose desde finales del siglo XVIII estuvieron siempre asociadas a la enseñanza. Como ya se estudió en las secciones previas, la Reforma en la Universidad de Coimbra y, principalmente, la inauguración de los curso de Matemática y Filosofía Natural marcaron un momento histórico en el que las ideas de la ciencia moderna, interpretadas por la Ilustración Portuguesa, tuvieron su expresión mas significativas. Esta nueva concepción de la ciencia moderna implicaría la elaboración de una innovadora manera de organizar el conocimiento. El papel de los señores de la ciencia y los campos de conocimientos cambiarían en este siglo. Sanches Dorta es reflejo directo de esta concepción inédita. La nueva "voluntad por saber", se basaba exclusivamente en el estudio de conocimientos que podían ser susceptibles a la observación, medida y clasificación. Era necesario ver a la par que de leer, verificar y comentar. Sólo se podrían conocer las leyes que regían a la naturaleza a partir de las manifestaciones de la misma, la propia experiencia y observación, y los cálculos matemáticos correspondientes. Un nivel técnico debía ungir los conocimientos, prescritos de esta forma con reglas establecidas por esta nueva manera de elaborar el conocimiento, que debería ser verificable y útil (Foucault, 1996). No obstante, a pesar de todo ello, en este país, la importancia de los registros instrumentales no estaba tan reconocida como en el resto de Europa.

Como ya vimos, en los Estatutos da Universidade de Coimbra (1972), la ciencia física quedaba reducida a la colección de hechos averiguados por la experiencia, su combinación y generalización, hasta que se descubriera un hecho primordial, mediante el cual quedaran explicados los fenómenos particulares. Por ello, tras las reformas en la Universidad de Coimbra, en los cursos científicos se incrementó la realización de

---

<sup>15</sup> Cabe señalar que en el Hemisferio Sur, esta sensibilidad por las observaciones instrumentales creciente en el Hemisferio opuesto apenas se experimentó.

registros regulares<sup>16</sup> de algunas variables meteorológicas como la presión, la temperatura, humedad del aire, e incluso otro tipo de fenómenos como relámpagos. Los alumnos eran instruidos en el manejo de estos instrumentos, que estaban situados en el Gabinete de Física de la institución (Carvalho, 1978b). Por otro lado, la creación de la Academia Real de las Ciencias de Lisboa tuvo gran relevancia en el desarrollo de la meteorología en Portugal. La institución estaba dividida en tres clases, dos de ciencias, ciencias de la observación y ciencias del cálculo, y una de letras. La clase de meteorología pertenecía a la clase de Ciencias de la observación, junto con la Química, la Anatomía, la Botánica y la Historia Natural (Varela, 2001). Los académicos que formaban parte de ésta, debían indagar, tal y como Peixoto (1986) cita en su obra, en las *“cualidades, leyes y propiedades de los cuerpos mediante la observación y el análisis, efectos y nuevas propiedades que resultan de la combinación de unos y otros y el cómo y el por qué de los fenómenos naturales”*. Así, el inicio de las observaciones meteorológicas instrumentales en el país luso es indisoluble a la creación de la Academia de Ciencias de Lisboa y a la labor realizada por sus primeros socios (Taborda, 2004).

Por otro lado, como previamente se comentó, la ligación entre las condiciones atmosféricas, la medicina y/o la botánica, cada vez era más evidente y conocida por los estudiosos. Se comenzó a correlacionar los efectos del clima en la población, la salud, las características del medio (y con ello la agricultura), y, consecuentemente, en el progreso de las naciones. En Portugal, en concreto, el terremoto ocurrido el año 1755 tuvo grandes repercusiones en el incremento de las investigaciones y estudios atmosféricos (Carvalho, 1996a). La inquietud por conocer el vínculo entre las condiciones atmosféricas y los temblores de tierra dieron lugar al surgimiento de multitud de investigaciones, como la de Jacob Crisóstomo Pretorius, conocido por ser el primer interesado en realizar observaciones meteorológicas de manera sistemática en Portugal.

Gran relevancia en el desarrollo de esta ciencia tuvo también la presencia, entre los científicos lusos, de alemanes que, a pesar de ser enviados a Portugal por motivos militares, realizaron múltiples y meticulosas observaciones meteorológicas en Lisboa. De esta manera, tanto las iniciativas extranjeras como nacionales, el nacimiento de las

---

<sup>16</sup> Incluso algunos alumnos estaban obligados a realizar un registro regular de las mismas.

academias científicas, principalmente la Academia de Ciencias, el desarrollo de la meteorología en ellas, y el progresivo descubrimiento del vínculo de esta ciencia con otros asuntos de interés ejercieron gradualmente una influencia cada vez mayor en los científicos autóctonos, estimulando su inquietud por el desarrollo de las observaciones meteorológicas instrumentales. El mismo Sanches Dorta, hace eco de ello: *“En casi todas las naciones de Europa, hay muchos sabios que se ocupan de la meteorología, y en ella se han hecho grandes progresos desde tiempos atrás. Los observadores se multiplican anualmente, la aplicación que hacen de sus observaciones, y la gran correspondencia que hay entre ellos en relación a este objeto, que diariamente es más intensa, me incita a seguir sus pasos, a abrazar los planos útiles propuestos por tan buenos observadores”* [Portugués: *Em quasi todas as Nações da Europa, ha muitos Sábios que se occupão na Scienia da Meteorología, e nella tem feito grandes progressos há alguns annos a esta parte. Os observadores multiplicão-se annualmente, a applicação que fazem das suas observações, e a grande correspondencia que entretem relativa a este objecto, que diariamente se faz mais interessante, me incita a seguir os seus passos, e a abraçar os planos úteis propostos por tão bons observadores*] (Sanches Dorta, 1797, p. 349)

En el contexto actual del cambio climático, los estudios en el ámbito de la climatología como ciencia se han centrado en dos líneas principales de investigación: por un lado, la modelización del clima para evaluar los posibles efectos de diferentes factores que influyen en su futuro, y por otro, la reconstrucción de la variabilidad climática del pasado reciente. De esta forma y para alcanzar este segundo objetivo, documentos históricos, como pueden ser observaciones instrumentales, fuentes materiales y no materiales se convierten en una herramienta imprescindible (van Engelen y al., 2001), en instrumentos esenciales para entender los cambios climáticos a largo plazo (Slonosky, 2002). Es así como, recientemente, la climatología histórica ha logrado multitud, complejos y detallados avances en este asunto tan importante hoy en día (Luterbacher et al., 1999; Auer, 2001; Brazdil et al., 2005; Jones, 2008; Jones et al., 2009). Y para lograr obtener una reconstrucción de este tipo a escala más o menos global, se precisa tener fuentes documentales referentes a este motivo y provenientes de multitud de puntos geográficos. Así, es posible encontrar este tipo de herramientas en el continente temprano europeo, zona geográfica donde, como ya se especificó, el saber meteorológico emergió. No obstante, cabría esperar que los europeos más instruidos en

el tema en sus idas y venidas al nuevo continente llevaran con ellos fuertemente arraigados este ferviente interés.

En esta sección se propone describir el clima desde 1781 hasta 1788 en Río de Janeiro, haciendo uso para ello de las observaciones meteorológicas publicadas por Sanches Dorta en los diferentes tomos de la Academia de las Ciencias portuguesas. Es importante resaltar que este conjunto de datos componen la primera serie meteorológica instrumental que se posee de Sudamérica y posiblemente de todo el Hemisferio Sur. Como Sanches Dorta dijo, “*En Río de Janeiro nadie había obtenido previamente a su llegada información de carácter meteorológica, ni había indagado sobre el estado del cielo*” (Sanches Dorta, 1797b, p. 349). Precisamente, estas campañas de mediciones meteorológicas, iniciadas en el año 1781, marcaron el origen de la meteorología en Brasil.

A continuación se presentará la descripción de los instrumentos que Sanches Dorta utilizó así como la metadata. Se mostrará un breve resumen de las principales características de la serie, principalmente en lo referente a las variables meteorológicas observadas, la resolución temporal de los registros disponibles, así como los modelos de los instrumentos meteorológicos usados y su lugar de ubicación. Tras ello, haciendo uso de las observaciones meteorológicas del portugués así como de sus resúmenes y descripciones, trataré de detallar el clima en Río de Janeiro durante esos ocho años. Nuestro objetivo será analizar la validez más que demostrada, precisión y rigurosidad de los datos anotados por Sanches Dorta. Para ello, sus registros tomados en Río de Janeiro serán, a su vez, comparados con observaciones actuales anotadas en la misma ciudad. Quedará vigente, la importante y pionera labor que el portugués, como meteorólogo realizó, en Brasil, e innovadora en el resto del continente. Se probará la validez de sus registros, a pesar de las dificultades y errores que, por la imprecisión asociada a los instrumentos, Sanches Dorta pudiera introducir. Fijémoslo en que, en virtud de la carga de subjetividad que, por lo general, pueden impregnar este tipo de información, deben ser utilizadas con sumo cuidado y precaución. En definitiva, será una manera de corroborar su buen hacer científico, haciendo para ello no sólo un análisis de sus obras, si no también, estudiando, desde una perspectiva cuantitativa, sus datos.

## 5.2. Metadata

Como hemos podido comprobar, Sanches Dorta se vio fuertemente influenciado por el conocimiento meteorológico de la época, parecer que llevó consigo hasta el nuevo continente. De esta forma mostró una gran preocupación por la obtención de medidas diarias de diferentes variables con la mejor precisión posible. No obstante, el portugués queda en evidencia la consideración que, la comunidad científica, tenía sobre la figura del meteorólogo. El científico que a este ámbito de investigación se dedicara, aún no era reconocido como tal. Sanches Dorta considera que, aunque pueda ser una ocupación de cualquier individuo, son los astrónomos los que, por sus conocimientos previos, deben encargarse del progreso de la práctica meteorológica (Sanches Dorta, 1797b, pp. 349-350).

Mediante el análisis de sus publicaciones, sabemos que, desde que Sanches Dorta llegó a Río de Janeiro en 1781, y, hasta 1788, hizo innumerables observaciones. Como ya se observó previamente, sus registros meteorológicos incluyen referencia a las siguientes variables: temperatura, presión (a partir de agosto de 1784), precipitación, dirección del viento, estado del cielo, e incluso fenómenos extremos. Llegó así a realizar durante sus tres primeros años de estancia en dicha ciudad siete observaciones al día, desde las 6.00h hasta las 18.00h, en un intervalo de dos horas. A partir de agosto de 1784, tras recibir el barómetro, incrementó esta media a ocho observaciones (Sanches Dorta, 1799a, p. 346). No obstante, cabe indicar que hubo diversos momentos, tales como el mes de diciembre de 1783 y enero del año siguiente, así como algunos días de 1787 y desde junio hasta octubre de 1788, en los cuales diferentes motivos le impidieron realizar sus rutinarias medidas. Quiero aquí mencionar que este tipo de observaciones era muy dispar comparada con las realizadas en los trabajos de los primeros colonos. En ellos, predominaban las descripciones de tipo geográficas, llenas de fantasía, y casi siempre sin contar con el apoyo indispensable de la observación directa. Así, los misioneros, con sus trabajos previos, acabaron desarrollando sobre todo una ciencia natural empírica, mezclando observaciones exactas y minuciosas con leyendas y creencias populares, siendo reconocidas por sus carencias de rigor científico. Mientras la preocupación por reconocer, identificar, describir, y clasificar sistemáticamente se mantenía, la importancia de la observación frente a consideraciones personales fue cobrando fuerza.



La Figura 9 resume algunas de las características más importantes relativas a las observaciones realizadas por Sanches Dorta. Concretamente aparecen recogidas cuáles fueron las variables observadas (temperatura, presión, estado del cielo, precipitación, estado del cielo, y dirección del viento), y la disponibilidad de los registros, es decir, si fueron recopiladas a nivel diario y se publicaron dichos registros, sólo mostró los cálculos que el mismo realizó para dar información a nivel mensual, o ambos (observaciones diarias y conclusiones mensuales)<sup>17</sup>.

Variable		Año							
		1781	1782	1783	1784	1785	1786	1787	1788
Temperatura	Mañana								
	Mediodía								
	Tarde								
	Máximo								
	Media								
	Mínimo								
Presión	Cada 2h								
	Mañana								
	Mediodía								
	Tarde								
	Máximo								
	Media								
Estado del cielo (Num. días)	Mínimo								
	Cada 2h								
	Claro								
	Variable								
	Nublado								
	Trueno								
	Tormenta								
	Niebla								
Viento	Aurora austral								
	Luz zodiacal								
	Mañana								
Total de precipitación									
Total de evaporación									

Figura 9. Registros disponibles en las publicaciones de Sanches Dorta (blanco: no hay datos (12/1783, 01/1784, y 06/1788-10/1788; amarillos: datos mensuales; rojos: datos diarios).

### 5.3. Instrumentos, unidades de medida y algunos procedimientos

Los instrumentos utilizados por Sanches Dorta para su cometido eran parte de la colección que la Reina de Portugal envió a la armada portuguesa en Brasil (Sanches Dorta, 1797b, p. 325). La necesidad de definir correctamente las fronteras entre España y Portugal no sólo precisaría de un conjunto de personas competentes para la realización

<sup>17</sup> Se sobrentiende que los valores mensuales son obtenidos a partir de las mediciones y lecturas diarias.

de dicha tarea. También eran necesario para ejecutarla la disponibilidad de material científico apropiado.

A fecha de 11 de marzo de 1778, Luís Pinto de Sousa Coutinho, el representante diplomático de Portugal en Londres, fue nombrado el encargado de principiar la adquisición de los artefactos. Se le dio para ello una lista titulada “*Relación de instrumentos que se deben encomendar a Londres para que vinieran con la mayor brevedad posible*” (Carvalho, 1996b). Gran importancia mostraba tener también en dicha petición a la manera en la cual debían embalar los instrumentos. Mientras tanto, como ya fue comentado, en Lisboa el delegado de la organización de aquel material científico era el profesor italiano Miguel Ciera.

Por otro lado, Pinto de Sousa, por petición del ministro Aires de Sá e Melo, encomendó al portugués João Jancinto de Magalhães, residente en Londres, la elección de dichos artefactos. Éste era un científico conocedor e instruido en el tema, seguro de sus conocimientos, actualizado en el saber práctico de su tiempo, aplicado en la mejora del funcionamiento de los mismos. Fueron solicitadas cinco colecciones que constaban de un cuadrante astronómico, tres agujas magnéticas, un reloj de bolsillo, un péndulo de segundo, dos anteojos acromáticos, un octante, dos semicírculos, un estuche, un instrumento para trazar líneas paralelas, y un termómetro con su respectivo estuche. Todos ellos, elaborados por los mejores constructores de instrumentos en la fecha, fueron contruidos progresivamente, y enviados, de la misma manera, de forma paulatina. Otros instrumentos que no formaban parte de esta lista inicial fueron encargados con posterioridad, como ocurrió con el barómetro (Carvalho, 1996a, p. 148). Finalmente, las cinco colecciones estuvieron preparadas al transcurrir un año y cuatro meses de la petición inicial: en julio de 1780.

A pesar de ello, tras la llegada del científico Sanches Dorta a Río de Janeiro y del licenciado en Matemáticas Francisco de Oliveira Barbosa a Río de Janeiro en abril del año 1781, tuvieron que esperar durante un mes la venida del equipamiento científico. Llegaría concretamente el día 11 de junio en la Fragata São João Baptista, bajo la dirección de Guilherme Roberto. El astrónomo español Luiz de Cobos viajaba en dicha fragata. Sólo una semana después, el 19 de junio, el representante de la Corte española dejaría esta ciudad para desplazarse junto con las colonias españolas en la Provincia de

Río de la Prata. En el recibo de entrega de los instrumentos, firmado por Sanches Dorta, Oliveira Barbosa y Cobos, está presente esta información<sup>18</sup>.

La colección inicial de instrumentos meteorológicos que recibió el portugués la integraba un termómetro londinés de la firma Nairne and Blunt, un pluviómetro y un vaso evaporatorio. Además de estos, como ya se comentó y posteriormente se profundizará, había artefactos destinados para el estudio de la astronomía, cuatro libros titulados *Collection dee Differens Traités sur des Instruments d'Astronomie et Physique*, escritos por el português João Jacinto de Magalhães (1722-1790), dos libros en blanco, una máquina de humo, dos cajas y hojas de Flandres, dos resmas, varios rollos de esfera, dos plumas e instrumentos para escribir. Fue en febrero de 1784 cuando este conjunto fue ampliado gracias a la llegada de un barómetro proveniente de Europa y creado por el mismo João Jacinto de Magalhães. No obstante, tal y como el portugués indicó, su diario no estaría completo porque no disponía de anemómetro, electrómetro, higrómetro o eudiómetro (Sanches Dorta, 1812a, p. 70). Luego, con su llegada a Brasil, Sanches Dorta no sólo trasladó e intentó desarrollar una inquietud científica desconocida en aquel territorio, si no que también llevó consigo instrumentos meteorológicos de primera mano.

En la segunda mitad del siglo XVIII, se produjo un desarrollo y avance en la construcción de instrumentos científicos. Sanches Dorta se refirió a los propios fabricantes de instrumentos en sus publicaciones. De esta forma, podemos reconocer algunos fabricantes británicos de gran prestigio en el campo como Nairne & Blunt y João Jacinto de Magalhães.

Los artefactos fueron situados en la Cámara de su habitación, la cual se localizaba, tal y como el mismo especificó en su obra, a 50 palmos y 4 líneas sobre el nivel del mar. La cámara a su vez tenía tres ventanas abiertas orientadas al sudoeste (Sanches Dorta, 1797b, p. 346).

---

<sup>18</sup> Este recibo se puede consultar en Río de Janeiro. Sé de su conocimiento a través de la información aportada por Ronaldo Rogério de Freitas Mourão en Mourão (2009).

### 5.3.1. Termómetro

El termómetro de mercurio que Sanches Dorta utilizó tenía escala Fahrenheit. Tal y como el portugués especificó al respecto: [Portugués] “*O Thermometro de azougue com que observo tem a escala de Fahrenheit*” (Sanches Dorta, 1812a, p. 73). Como ya se comentó previamente, por el análisis de sus obras conocemos que, el mismo, conocía la diferencia entre las escalas Fahrenheit y Reamur, escogiendo la primera para sus fines con conocimiento de causa (véase la sección 4.3.1). En la escala del termómetro se podían ver todos los grados [°F] desde 0 a 212. Cada grado estaba, a su vez, subdividido en diez partes.

Tal y como los observadores del siglo XVIII practicaba, Sanches Dorta situó el termómetro en el interior de la propia habitación, a la sombra y orientado hacia el sur (Sanches Dorta, 1812a, p. 73). Sobre el propio artefacto, su modelo y características, hay poca información disponible. El portugués exclusivamente especifica que fue creado en Inglaterra, de la firma Nairne & Blunt<sup>19</sup>, admitiendo, además, que era bastante pequeño: [Portugués] “*he feito em Inglaterra por Naine e Blunt: mais admitta-se he muito pequeno*” (Sanches Dorta, 1812a, p. 73).

### 5.3.2. Barómetro

El barómetro utilizado por Sanches Dorta fue un diseño londinense del fabricante Nairne bajo la dirección de João Jacinto de Magalhães (1722-1790). El artefacto tenía dos escalas: francesa e inglesa, siendo la primera la que el portugués usó para sus medidas (Sanches Dorta, 1799a, p. 346). Como en los artefactos de la época, cada pulgada francesa estaba, a su vez, dividida en 12 líneas, pudiendo estar cada línea a su vez subdividida en diez o doce partes iguales (Kington, 1988). En cuanto a la situación del instrumento, Sanches Dorta especifica que estaba situado a 50 palmos sobre el nivel

---

<sup>19</sup> Los fabricantes de instrumentos científicos ingleses Edward Nairne (1726-1806) and Thomas Blunt (1760-1822) establecieron una compañía que operó en Londres entre 1774 y 1793. Produjeron y distribuyeron multitud de instrumentos ópticos, matemáticos, y aparatos para recrear y analizar experiencias científicas. Más información en la página web oficial del Museo de ciencias de Florencia (<http://brunelleschi.imss.fi.it/museum/esim.asp?c=100444>).

del mar. Este mismo modelo fue utilizado por uno de los primeros meteorólogos reconocidos en Portugal, Joaquim de Assumpção Velho el cual realizó observaciones meteorológicas instrumentales en el Colégio de Mafra durante cinco años (1783-1787) (Taborda, 2004).

João Jacinto de Magalhães<sup>20</sup>, a quien ya se hizo referencia, mantuvo una relación privilegiada con los excelentes constructores londinenses de instrumentos científicos, lo cual le permitió acceder y conocer las técnicas de fabricación más punteras de la época (Malaquias, 2003). Entre los instrumentos que fabricó, se puede hacer referencia a un nuevo modelo de barómetro citado por Carvalho (1996b). Su objetivo era dotar a estos instrumentos de mayor precisión. Además, trató de mejorar otros modelos de estos artefactos ya existentes. Fue especialmente cuidadoso en la prevención de la aparición de burbujas de aires en el tubo. Magalhães quería que la comunidad científica europea evaluara y revisara sus creaciones. Por ello, el fabricante escribió cuatro artículos en la obra *Observations sur la Physique* (febrero, marzo, abril y mayo de 1782), también conocido como el periódico del padre Rozier. En ellas describió los barómetros. Se puede leer la descripción y ver la imagen del artefacto en el *Journal de Physique*.

### **5.3.3. Pluviómetro y vaso evaporatorio**

Sanches Dorta hizo uso de dos pluviómetros a lo largo de su estancia en Rio de Janeiro. En todo caso, se preocupó por dar una exposición detallada del pluviómetro que utilizó. Así, lo describe como un cilindro hueco fabricado de hoja de Flandes barnizado, de 14.8' de altura y 5.6''' de diámetro. Dicho cilindro estaba a su vez tapado con una cubierta que poseía un pequeño agujero por el cual adentraba el agua y, a su vez, le permitía sacar la escala que le permitía medir la cantidad de agua entrante. El instrumento estaba situado en la parte más alta de la casa en la cual vivía, preocupándose también por evitar la caída en el mismo de cualquier otra sustancia que no fuera agua. Además, estaba tapado de forma continua, lo cual impedía su evaporación. Para conseguir una medida correcta Sanches Dorta anotaba la cantidad de

---

<sup>20</sup> João Jacinto de Magalhães, portugués nacido en Aveiro, fue un científico que hizo multitud de contribuciones en el mundo científico, y sobre todo, en lo que a la mejora de instrumentos de este tipo se refiere.

agua que había todas las mañanas. Tal y como el portugués escribió: [Portugués] “*O Udeómetro de que me sirvo, he hum cylindro oco feito de folha de Flandes envernizado: tem de altura 14.8: e de diametro 5.6’’*”: está tapado com huma tapa do feitio de funil do mesmo diametro, com hum buraco no meio, para a agua cahir no cylindro, e tambem sahir a escala com que meço a quantidade d’agua que entra: esta escala entra em huma boia feita de chapa de latao muito delgada, que pela sua leveza nada livremente dentro do cylindro, pois tem somente de diametro 4’. 8’’”. Sempre conservo esta boia nadando, e tenho notado no meu registro a quantidade d’agua que o cylindro contém antes de chover. Está exposto no mais alto da casa que habito, livre de lhe cahir beitas, ou outra alguma agua, que não seja a vinda do Ceo directamente: como está sempre tapado não pode temer-se vaporação alguma: ainda que para maior certeza eu costume medir a altura da chuva todos os dias de manha” (Sanches Dorta, 1812a, p. 75). En 1787 comenzó a utilizar un nuevo pluviómetro, de similar estructura que el anteriormente descrito aunque más alto y ancho: : [Portugués] “*O Udeómetro, de que fiz uso este anno, he hum cylindro oco, feito de folha de latão: tem d’altura 15” 3; e diametro 7” 5’’*”. Toda a mais fabrica e o seu uso he o meimo que descrevi no *Diario Meteorologico do anno de 1786*” (Sanches Dorta, 1812b, p. 112).

Sanches Dorta dedica también algunas líneas de su diario para describir el vaso evaporatorio. Afirma que presenta unas características similares al pluviómetro aunque el vaso siempre lo dejaba abierto y lleno de agua hasta los 14’’, estando los 8’’ restante vacío. Ambos artefactos estaban situados en el mismo lugar, de manera que siempre estaba expuesto de forma directa a los rayos del sol: [Portugués] “*O vaso vaporatorio he da mesma materia, do msfmo feltio, e das mesmas dimenções que o Udeómetro ja descripto na nota antecedente só com a differença que o Udeómetro está sempre fechado, e este vaso vaporatorio sempre aberto, e cheio d’agua até a altura de 14’’, deixando vazio 8’’*”. Está tambem colocado no mais alto de casa, e exposto aos raios do Sol: todos os dias pela manha meço a quantidade d’agua que contem, e torno a lançar-lhe a que lhe falta para completar as 14’’, e deste modo conservo sempre” (Sanches Dorta, 1812a, p. 75). La unidad de medida que Sanches Dorta utilizaba eran las pulgadas francesas, subdivididas en 10 secciones idénticas.

#### **5.3.4. Estado del cielo**

Otro fenómeno por el cual Sanches Dorta mostró interés fue por el estado del cielo. Y en sus obras quedó constancia de ello. Para dar esta información, estableció una clasificación entre días claros, variables, nublados y cubiertos: [Portugués] “*As quatro qualidades de dias, de que o anno se compõe, a saber: Claros, Variaveis, de Nuvens, e Cobertos; devem sommar 365*” (Sanches Dorta, 1812b, p. 115; Sanches Dorta, 1797b, p. 360). De esta forma, tanto a nivel diario como mensual, y junto con la información aportada para las restantes variables, nos dio a conocer el número de días que pudo contemplar el cielo con una determinada cualidad.

Junto a esta información, como ya fue comentado previamente, también indicó el número de días en un mes con tormenta, lluvia y niebla, así como las auroras australes y luces zodiacales que pudiera observar. En el caso de que diera información diaria, recogería en su diario si en ese día ocurrió algún fenómeno de este tipo.

#### **5.3.5. Velocidad del viento**

Sanches Dorta era también consciente de la importancia que tenía conocer la dirección del viento. Por ello, registró en su diario la dirección de viento diaria predominante, habiendo distinguido previamente ocho direcciones distintas correspondientes con los ocho rumbos existentes: Sur (S), Sureste (SE), Sudoeste (SW), Norte (N), Noroeste (NW), y Noreste (NE). Además de ello, en ocasiones también hacía referencia a los vientos variables. Derivó de estas anotaciones la dirección de viento mensual predominante por la mañana y por la tarde.

### **5.4. Variables meteorológicas: Descripción del clima en 1780 en Río de Janeiro, antes y ahora.**

En el pasado reciente, en América del Sur el interés por su historia de la meteorología y por las observaciones meteorológicas ha sido prácticamente nulo. Así, la reconstrucción

del clima a partir de fuentes documentales antiguas ha estado prácticamente restringida a zonas europeas, chinas, japonesas o coreanas (Yang et al., 2002; Brazdil et al., 2005; Luterbacher et al., 2006). Escaso interés se ha puesto en países sudamericanos para el desarrollo de éste ámbito científico. Sin embargo, la llegada de colonos portugueses y españoles, como Sanches Dorta, y su interés por las observaciones meteorológicas, proporcionan una gran oportunidad para reconstruir algunos aspectos de su historia meteorológica y climática reciente.

Luego, no sólo podemos referirnos a Sanches Dorta por su concienzuda labor en el pasado, por ser figura representante de una época, y permitirnos así, analizando su propia práctica científica, conocer y estudiar el tipo de actividad que se realizaba en su tiempo. Sus observaciones, en concreto, las meteorológicas, hoy en día tienen gran importancia para el avance y progreso de ámbitos de investigación como es el cambio climático. De acuerdo con Luterbacher et al. (2002), sólo identificando y mejorando nuestra comprensión sobre la manera en la cual el sistema climático respondió a los factores naturales en el pasado, podremos interpretar y prever las alteraciones climáticas del futuro, así como detectar los efectos de la influencia antropogénica. Y para ello, para reconstruir desde una perspectiva climática el pasado, los registros de Sanches Dorta, como el resto de observaciones instrumentales, son piezas, herramientas fundamentales, sin las cuales, este propósito tan relevante no podría llevarse a cabo.

Por ello, con el objetivo no sólo de validar las observaciones de Sanches Dorta, si no de contemplar las diferencias climáticas con respecto al período actual, se presentará un análisis conjunto de los datos registrados por este portugués con los salvados, desde el año 1961 al 1991, en dos estaciones meteorológicas situadas en lugares distintos de Río de Janeiro. En la Figura 10 se muestra un mapa en el que se señalan los puntos geográficos en los cuales se ubican las dos estaciones meteorológicas actuales (la estación situada en el Aeropuerto de Santos Dumont y la del Instituto Estatal de Meteorología en Río de Janeiro), y el posible lugar desde el que Sanches Dorta realizó sus anotaciones<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Cabe aquí indicar que la orografía de Brasil ha sufrido un fuerte cambio desde finales del siglo XVIII hasta la actualidad.





Figura 10. Imagen vía satélite de Río de Janeiro: Punto azul: lugar desde el cual Sanches Dorta realizó sus lecturas (BSD); amarillo: estación meteorológica situada en el Aeropuerto de Santos Dumont (SDA), y el rojo muestra la estación del INMET en Río de Janeiro (RJ).

#### 5.4.1. Temperatura

Durante los tres primeros años en Río de Janeiro (1781-1783) Sanches Dorta mostró en sus publicaciones registros termométricos de carácter mensual. A partir de entonces (1783-1788) en sus obras podemos observar cómo realizó tres anotaciones diarias: por la mañana, a media mañana y por la tarde. Cabe indicar que todas las lecturas son muy consistentes, encontrándose sólo la carencia de datos en aquellos períodos que ya fueron indicados (véase la Figura 9). Para realizar este análisis, todas las anotaciones del portugués, realizadas en °F, son aquí convertidas a °C.

En la Figura 11 se pueden observar las lecturas termométricas matutinas (8.00 a.m. hora local) realizadas por Sanches Dorta desde 1783 hasta 1788. Junto a ellas se representa también el año tipo de temperaturas mínimas modernas (y  $\pm\sigma$  y  $\pm 2\sigma$ ) calculado a partir de los datos de la estación meteorológica RJ desde 1961 hasta 1991.

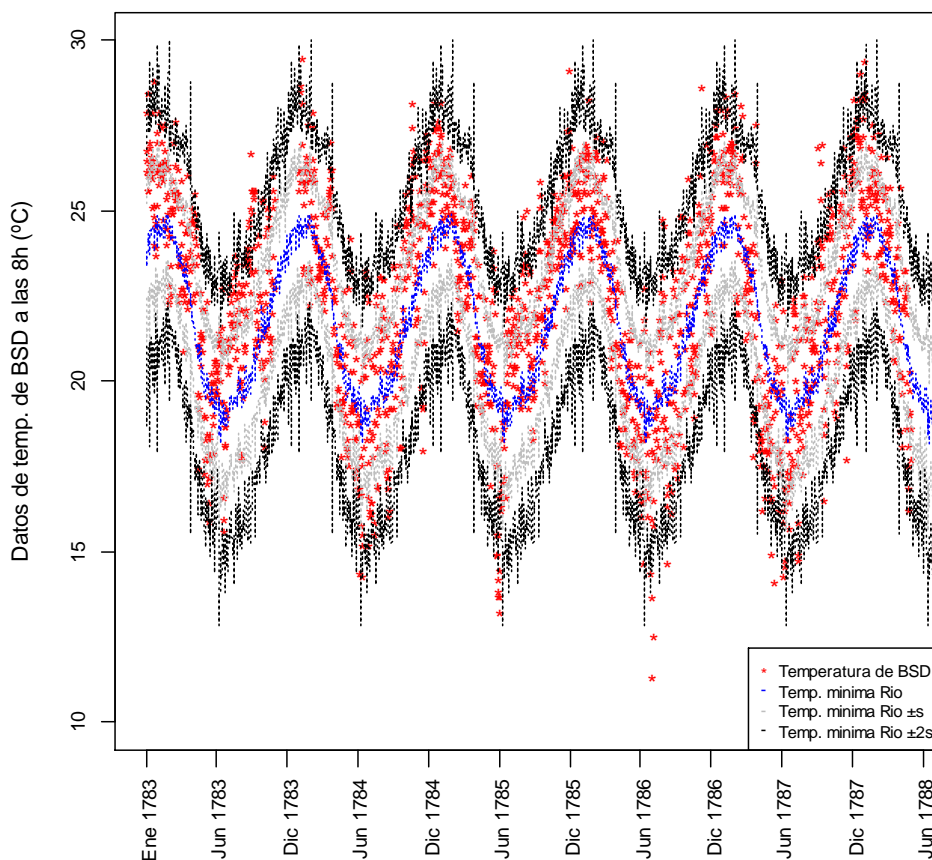


Figura 11. Valores de las temperaturas matutinas diarias registradas por Sanches Dorta, convertidas a °C, para 1783–88, junto con el año tipo de temperaturas mínimas calculada a partir de datos modernos (1961–1991).

Se puede observar que las temperaturas anotadas por Sanches Dorta se encuentran dentro del rango esperado, aunque en verano y primavera tiendan a ser ligeramente superiores y en invierno ocurra lo contrario. Así, en el mes de julio de 1784, 1785, 1786 y 1787 las temperaturas fueron inferiores a las modernas, mientras que todos los meses de enero de esos cinco años fueron más calurosos. En su conjunto, se pueden distinguir más registros superiores a la media actual, lo cual es algo esperado si recordamos que estamos representando las lecturas termométricas diarias realizadas por el portugués a primera hora de la mañana junto a las mínimas actuales<sup>22</sup>.

Como se especificó, Sanches Dorta también muestra en su diario la temperatura media, máxima y mínima mensual desde agosto de 1781 hasta junio de 1788. Estos datos

<sup>22</sup> El valor mínimo de la temperatura diaria en Río de Janeiro es aproximado al anotado a las 8.00 a.m.

recogidos también son presentados de forma gráfica en la Figura 12, junto a los años tipos calculados ( $\pm\sigma$  y  $\pm2\sigma$ ) a partir de los valores recogidos en la estación meteorológica ya mencionada (RJ).

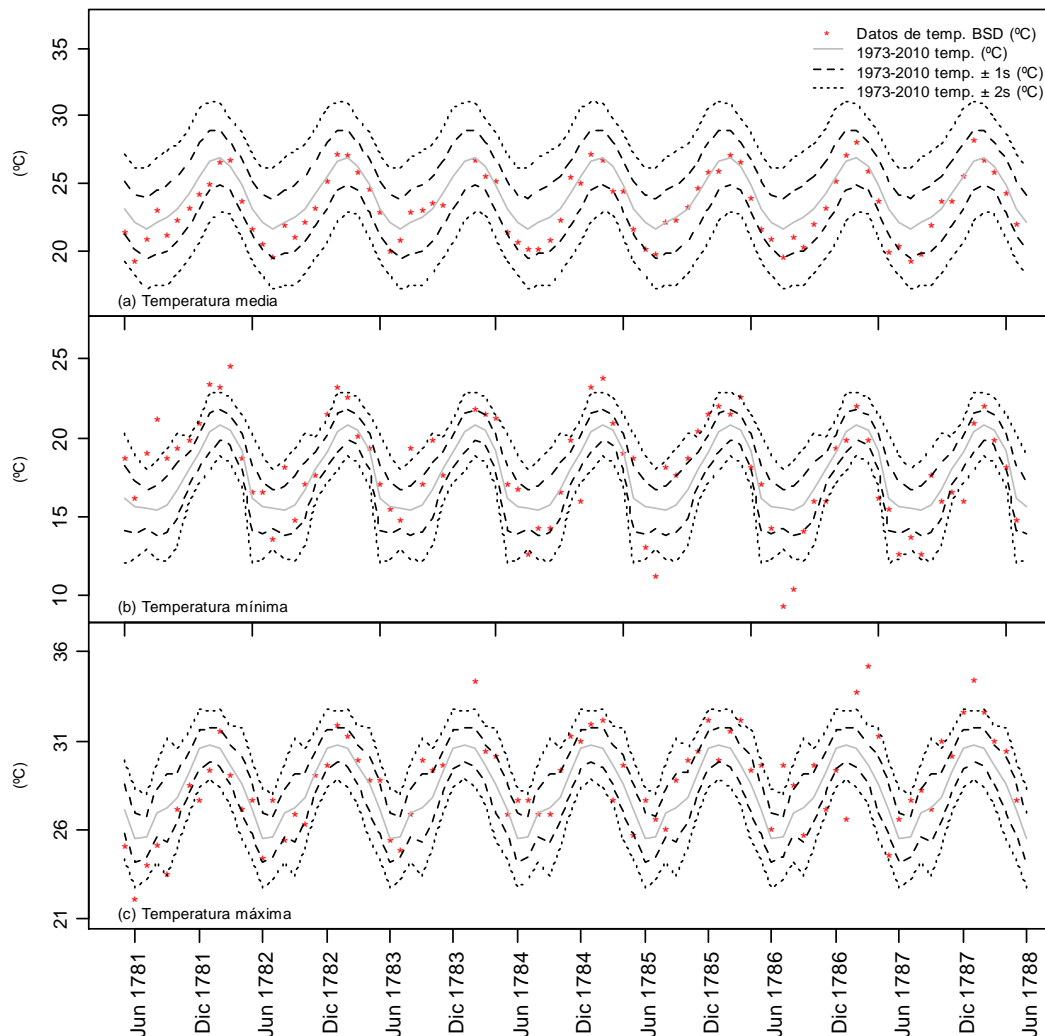


Figura 12. Temperatura media (a), mínima (b) y máxima (c) mensual desde agosto de 1781 hasta junio de 1788, junto a los años tipos calculados ( $\pm\sigma$  y  $\pm2\sigma$ ) a partir de los valores modernos (1961-1991).

Así, como se puede observar en la Figura 12.a, hay un excelente acuerdo entre las temperaturas medias mensuales de 1780s y las del siglo XX. No obstante, los meses de invierno de entonces fueron más fríos que los actuales. Se observa además que el año 1785 fue el más caluroso y, por el contrario, el 1787 el más frío. Por otro lado, los valores de las temperaturas extremas tanto máximas como mínimas quedan reflejadas en las Figuras 12.b y 12.c. Aunque los valores dados por Sanches Dorta están dentro del

intervalo esperado, existen ciertas excepciones. Así, en concreto, en la Figura 12.b se nos muestra que las temperaturas mínimas en 1784, 1785, 1786 y 1787 fueron bastante bajas si las comparamos con las actuales, mientras que lo opuesto ocurre en 1781 y 1785. En cuanto a la Figura 12.c. nos muestra que las temperaturas registradas por el portugués están dentro del rango esperado. No obstante, en los meses de diciembre, enero y febrero de 1781-1782 las temperaturas máximas mensuales fueron inferiores a las actuales, mientras que lo contrario ocurrió durante los meses de junio, julio y agosto de 1787. De todo ello, podemos deducir que las temperaturas extremas en Río de Janeiro eran similares a finales del siglo XVIII y del siglo XX<sup>23</sup>.

La costa Atlántica brasileña se caracteriza por su clima tropical, aunque esta clasificación está limitada a una franja costera relativamente estrecha. Debemos señalar que el hecho de que Sanches Dorta fuera de procedencia portuguesa pudo influir sobre su propia percepción del estado del tiempo. Fijémonos en que el ciclo estacional de Lisboa y Río de Janeiro difieren enormemente. En Portugal los inviernos son más fríos y húmedos, y los veranos más calurosos y secos que en el otro lado del océano, lo cual podría implicar que, aún siendo uno de los principales propósitos de Sanches Dorta dotar de objetividad y precisión a sus datos, el portugués no fuera consciente de anomalías o variaciones del estado del tiempo. Es este el motivo el que nos induce a pensar que Sanches Dorta no se refiriera en sus artículos, ni reconociera durante su estancia, las temperaturas extremas alcanzadas, ni en verano ni en invierno: en Lisboa, ya había soportado temperaturas más altas y más bajas. Él se refiere al clima brasileño con las siguientes palabras “*El clima de la ciudad y la proximidad al Trópico convergen convirtiéndose en insoportables*” [Portugués: “*O clima, e a vizinhança do Trópico parece concorrem para os fazer insuportaveis*”] (Sanches Dorta, 1812b, p. 114).

Con esta pequeña base de datos y con el análisis entre los datos actuales y los previos, no podemos indicar si las pocas discrepancias existentes son consecuencia de la influencia de los efectos del cambio climático o si se es la variabilidad normal interanual. No obstante, lo que si se puede concluir es que los puntos instrumentales nos muestran unos veranos relativamente calurosos y unos inviernos normales.

---

<sup>23</sup> Debemos indicar que las discrepancias que existen entre los valores termométricos extremos llegan a ser justificados por el propio Sanches Dorta cuando asegura en su diario que él sólo puede anotar los valores de las temperaturas máximas y mínimas durante las horas en las cuales él realiza sus registros (Sanches Dorta, 1812a, p. 74).

### 5.4.2. Presión

Como ya es conocido, Sanches Dorta comenzó en agosto de 1784 a realizar registros barométricos diarios y mensuales (véase la Figura 9 para comprobar la disponibilidad de los mismos).

Para estudiar los datos observacionales de presión y obtener el valor real de los mismos, es necesario aplicar algunas correcciones a las alturas barométricas (Middleton, 1964). Las más importantes son: 1) las correcciones por temperatura a cada lectura individual, ya que existe una relación entre la altura del barómetro y la temperatura, 2) las correcciones por gravedad, puesto que el valor de la gravedad varía en función de la latitud geográfica, por lo que es preciso reducir la columna barométrica a la altura que tendrían si la aceleración de la gravedad fuese la misma en todos los puntos del globo, 3) las instrumentales, para evitar los errores por capilaridad, de graduación de escala y de cero, y 4) la expansión del barómetro y de sus escala.

En cuanto a los datos que Sanches Dorta anotó en su diario, cabe indicar que para este trabajo, como a continuación se detalla, fueron aplicadas correcciones por temperatura y por gravedad. Por otro lado, al igual que ocurrió con la temperatura, no hay datos de presión desde junio de 1788 hasta octubre del mismo año. Además, no se consideran tampoco los datos de los últimos tres meses de este año pues fueron tomados en la ciudad de São Paulo.

Las lecturas barométricas del portugués fueron convertidas de pulgadas y líneas francesas a hectopascales (hPa). Para reducir al valor estándar de la gravedad, las correcciones por gravedad fueron aplicadas. El valor de la gravedad en Río de Janeiro fue estimado para la latitud de 22.54° S, usando las ecuaciones:

$$h_n = \frac{h_0 \cdot g(\varphi, z)}{g_n},$$

$$g(\varphi, z) = g_{\varphi, 0} - 3.86 \cdot 10^{-6} + 1.18 \cdot 10^{-6} z, \text{ and}$$

$$g_{\varphi, 0} = g_n \cdot (1 - 2.64 \cdot 10^{-3} \cos 2\varphi + 5.8 \cdot 10^{-6} \cos^2 2\varphi),$$

donde  $\varphi$  es la latitud en grados ( $^{\circ}$ ),  $z$  es la altura sobre el nivel del mar en el lugar de observación en metros,  $g_n$  es el valor de la gravedad en la Tierra (el usado es  $9.81 \text{ m/s}^2$ ),  $h_0$  es el valor de la presión en hPa, y  $h_n$  es el dato de presión corregido en hPa (Middleton, 1964).

Sanches Dorta informó en sus artículos que el barómetro estaba situado a 50 palmos y 4 pulgadas sobre el nivel del mar. De esta forma, podemos determinar la latitud sobre el nivel del mar en el lugar donde se realizaron las observaciones ( $z$ ).

El portugués comunicó además en sus artículos correspondientes al año 1787 que, en todas las medidas anotadas a partir de este año, había realizado las correcciones que por la expansión del mercurio podrían tener sus lecturas. Por ello, en este caso se han corregido los errores por temperaturas en los registros de Sanches Dorta registradas desde el año 1784 hasta el 1787. Fueron utilizadas para este fin las temperaturas que en la sección anterior se representaron, ya convertidas de  $^{\circ}\text{F}$  a  $^{\circ}\text{C}$ . La ecuación que fue aplicada para obtener los datos de presión ya corregidos es:

$$C_t = \frac{H(\lambda - \alpha)}{1 + \alpha t} t,$$

donde  $\alpha$  es el coeficiente la expansión volumétrica para el mercurio (el valor usado es  $1.818 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ),  $\lambda$  es el coeficiente de expansión lineal del latón (el valor usado es  $0.184 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ),  $t$  es la temperatura en  $^{\circ}\text{C}$ ,  $h$  es el dato de presión en hPa, y  $C_t$  es el dato de presión corregido y en hPa (Middleton, 1964).

Además, para evaluar la calidad de los datos del siglo XVIII y analizar su diferencia con respecto los actuales, fueron comparados con los datos climáticos modernos anotados en el Aeropuerto de Sant Dumond de Río de Janeiro (SDA). Véase la Figura 10. En primer lugar cabe indicar que se encontraron datos extraños e inesperados, en su mayoría de 1785. Posiblemente, estos fueron errores de transcripción o de imprenta. En la Tabla 2 se muestran todos ellos.

VALORES ERRÓNEOS DE LA PRESIÓN				
Día	Mes	Año	Parte de día	Presión (hPa)
15	10	1785	Mañana	1025.5
12	11	1785	Mediodía	1025.7
13	11	1785	Mediodía	998.6
26	11	1785	Mediodía	1024.3
11	12	1785	Tarde	1087.5
18	12	1785	Mediodía	1025.0
18	12	1785	Tarde	1024.9
24	1	1788	Mañana	1024.5

Tabla 2. Valores erróneos de la presión.

Nuevamente, para evaluar la calidad de los datos diarios de Sanches Dorta, estos fueron representados junto al año tipo de las presiones medias diarias ( $\pm\sigma$  y  $\pm 2\sigma$ ) calculado a partir de datos modernos recogidos en la estación meteorológica SDA. Con una representación preliminar se pudo observar que los datos registrados por el portugués eran inferiores en valor a los actuales pero guardaban una relación idéntica. Posiblemente, la altura a la cual Sanches Dorta colocó el barómetro era diferente a la actual, lo cual se puede considerar la causa de esta disimilitud. Haciendo uso del método de mínimos cuadrados, estos datos fueron ajustados.

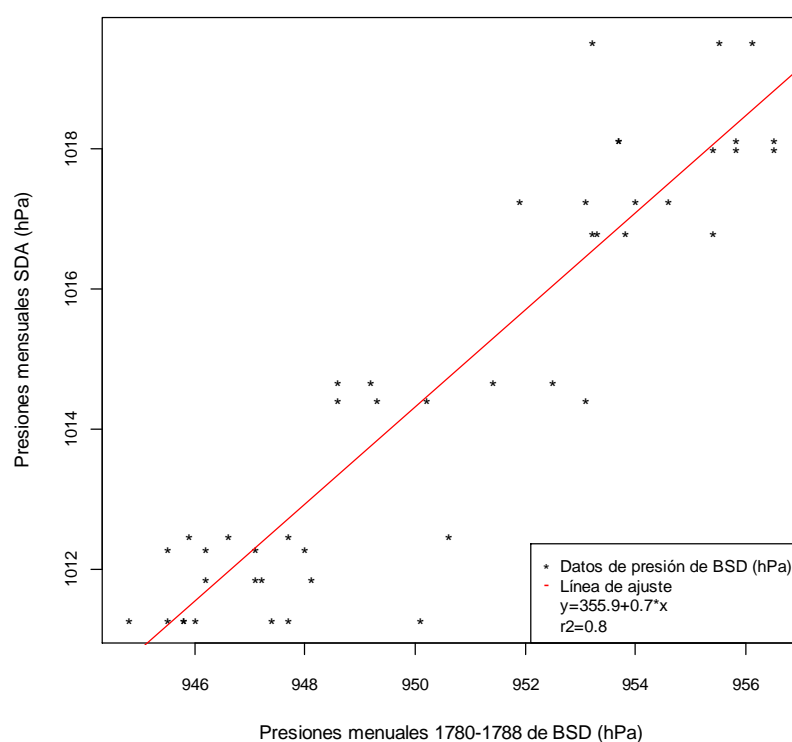


Figura 13. Calibración de los datos de presión.

Usando los resultados de este ajuste, se obtuvo la Figura 14.

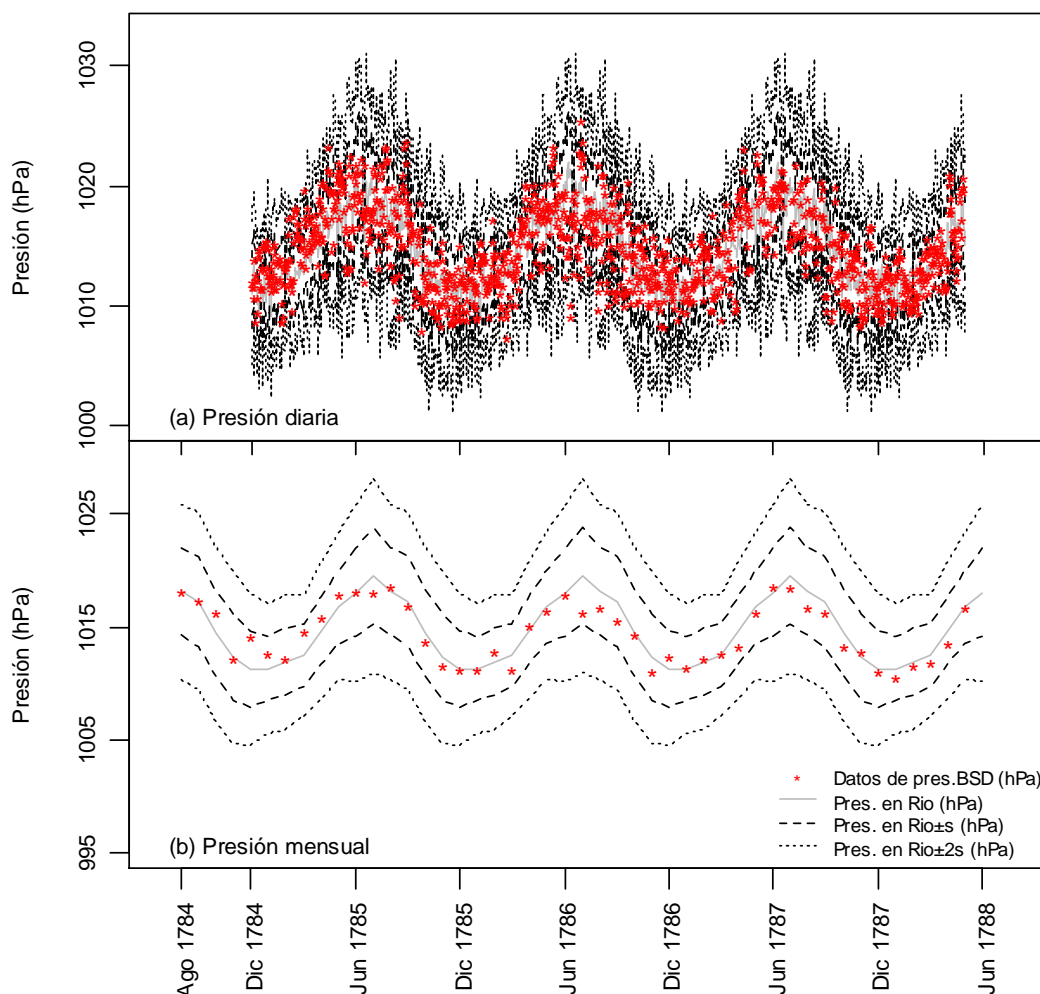


Figura 14. Presiones medias diarias (a), y presiones medias mensuales (b) (ambas corregidas por temperatura y por gravedad, ajustadas, y convertidas a hPa) representadas junto al año tipo de las mismas ( $\pm\sigma$  y  $\pm 2\sigma$ ) calculadas a partir de los datos registrados en el Aeropuerto de RJ.

Nuevamente, se puede observar que hay un buen acuerdo entre las presiones diarias anotadas por el portugués y las actuales (ver Figura 14.a). Sin embargo, cabe destacar que en el año 1785 los valores barométricos fueron superiores a los esperados, principalmente durante los meses de invierno y otoño. También en el invierno de 1786 los registros de presión fueron inferiores a las esperadas. Nuevamente, se puede observar que hay un buen acuerdo entre las presiones diarias anotadas por Sanches Dorta y las actuales (ver Figura 14.a). Sin embargo, cabe destacar que en el año 1785 los valores barométricos fueron superiores a los esperados, principalmente durante los



meses de invierno y otoño. También en el invierno de 1786 los registros de presión fueron inferiores a las esperadas. Esto sugiere que durante este período prevalecieron frías condiciones meteorológicas. Por otro lado, durante los veranos no se aprecian grandes diferencias entre los datos anotados por Sanches Dorta y los actuales registros (SDA).

En cuanto a la información referente a las presiones medias mensuales, éstas fueron representadas junto al año tipo de las mismas ( $\pm\sigma$  y  $\pm 2\sigma$ ) calculadas a partir de los datos registrados en el Aeropuerto de RJ. Se obtuvo de todo ello la Figura 14.b. Se observa así que las presiones medias de los meses de invierno del portugués son algo inferiores que las actuales, aunque este hecho apenas es destacable. Luego, a modo de conclusión se puede decir que la diferencia barométrica existente entre datos mensuales actuales y antiguos es insignificante.

En cuanto a la información referente a las presiones medias mensuales, al igual que se hizo previamente, éstas fueron representadas junto al año tipo de las mismas ( $\pm\sigma$  y  $\pm 2\sigma$ ) calculadas a partir de los datos registrados en el Aeropuerto de RJ (SDA). Tras ello se obtuvo la Figura 14.b. En general, se observa que las presiones medias de los meses de invierno de Sanches Dorta fueron algo inferiores que las actuales, aunque esta diferencia apenas es relevante. En los meses restantes los datos observacionales fueron semejantes en ambos períodos. Luego, a modo de conclusión se puede decir que la diferencia barométrica existente entre datos mensuales actuales y antiguos es insignificante, son prácticamente iguales.

Finalmente, los valores extremos mensuales de las presiones durante los cinco años de estudio se muestran en la Tabla 3.

PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS A NIVEL MENSUAL										
Mes	1784		1785		1786		1787		1788	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Ene	-	-	1016.2	1010.2	1015.4	1010.8	1015.8	1011.0	1015.8	1011.1
Feb	-	-	1016.4	1011.8	1017.1	1011.7	1016.5	1011.6	1016.1	1010.8
Mar	-	-	1017.8	1011.9	1017.0	1010.0	1016.4	1011.4	1016.5	1011.1
Abr	-	-	1018.5	1012.9	1018.8	1011.9	1017.5	1012.1	1016.6	1011.7
May	-	-	1020.0	1012.7	1018.5	1012.3	1020.5	1012.4	1019.5	1013.1
Jun	-	-	1020.1	1013.4	1020.8	1013.1	1020.4	1014.4	-	-
Jul	-	-	1020.0	1013.5	1021.3	1012.3	1019.8	1014.2	-	-
Ago	1018.5	1013.1	1021.0	1011.8	1020.6	1011.3	1020.6	1013.2	-	-
Sep	1012.9	1012.7	1020.6	1011.6	1019.3	1011.6	1019.2	1012.3	-	-
Oct	1018.2	1012.1	1019.1	1009.9	1019.1	1011.4	1018.7	1011.4	-	-
Nov	1016.6	1010.7	1017.1	1010.3	1017.3	1010.8	1016.3	1012.2	-	-
Dic	1018.0	1011.6	1015.6	1010.5	1016.5	1010.7	1016.7	1010.9	-	-

Tabla 3: Presiones mensuales máximas y mínimas.

### 5.4.3. Precipitación

Como se hizo referencia en los apartados anteriores y se mostró en la Figura 9, Sanches Dorta anotó datos diarios de cantidad de agua de lluvia y evaporada. Todos ellos fueron publicados en las Memorias, inicialmente a nivel mensual (1781-1783) y, a partir de 1783, a nivel diario. Los valores de estas variables fueron recogidos en pulgadas y líneas (Sanches Dorta, 1812a, p. 75). Para su estudio han sido convertidos a mm. Además de ello, Sanches Dorta registró el número de días de lluvia cada mes. Este ha sido el indicador climático que hemos usado para realizar nuestro estudio.

Podemos comparar los datos registrados por el portugués con datos actuales (1961-2006, con excepción del período 1983-2003, durante el cual no hay datos disponibles) obtenidos en la estación meteorológica de Rio de Janeiro (RJ) (ver Figura 15).

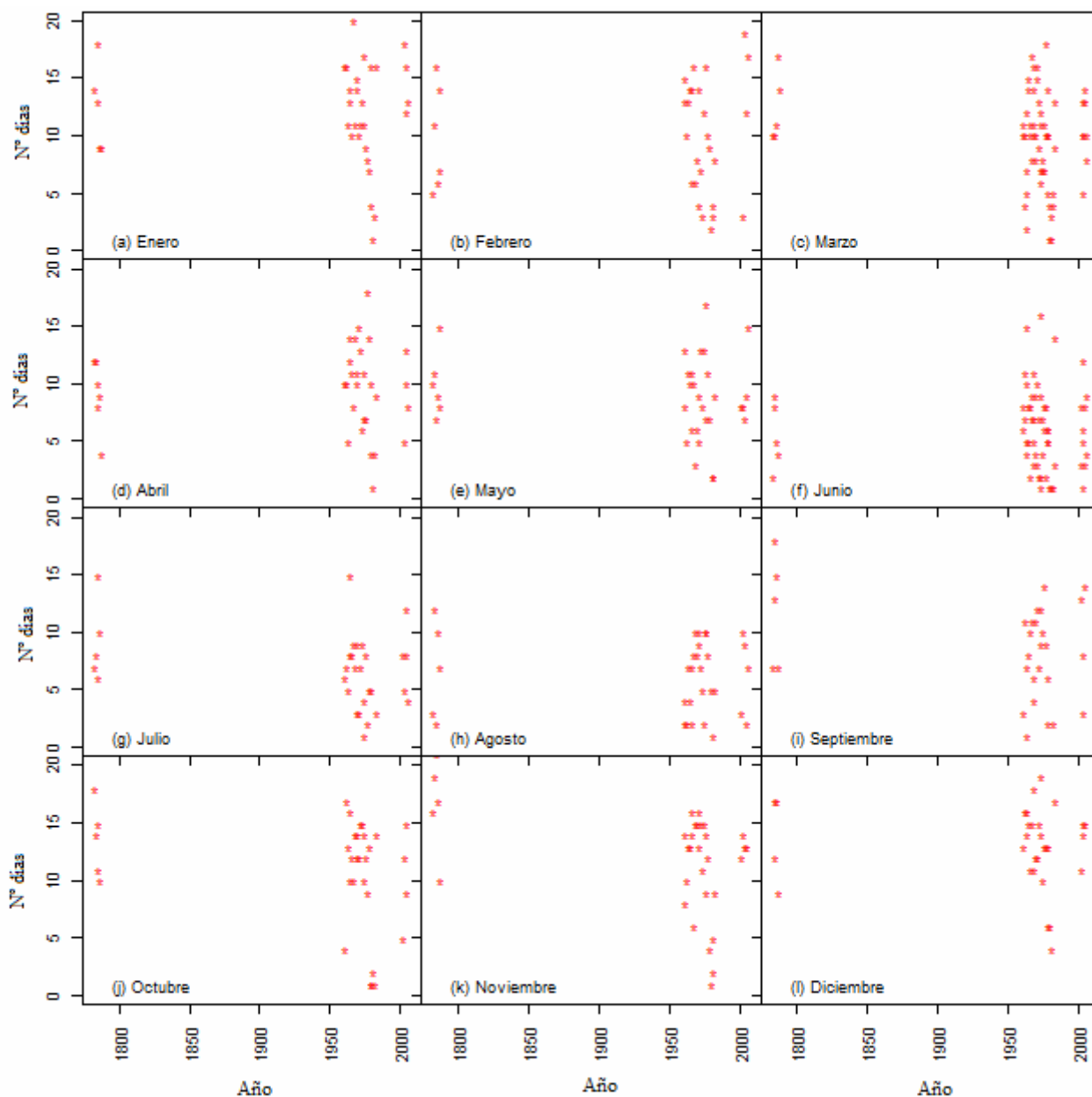


Figura 15. Número de días de lluvia a nivel mensual en (1783-88) y (1961-2006): (a) Enero, (b) Febrero, (c) Marzo, (d) Abril, (e) Mayo, (f) Junio, (g) Julio, (h) Agosto, (i) Septiembre, (j) Octubre, (k) Noviembre, (l) Diciembre.

Así, representando de forma conjunta el número de días al mes que llovió, desde 1783 hasta 1788 y desde 1961 hasta 2006, se obtuvo la Figura 15. Se observa que el número de días de lluvia mensual no ha variado en demasía si comparamos los dos conjuntos de datos. No obstante, los registros actuales muestran mayor variabilidad, algo lógico si tenemos presente el gran número de años que representamos, los cuales cubren un gran número de valores. En cualquier caso, es interesante notar que estos 8 años del siglo XVIII también presentan una gran variabilidad interanual. Se observa además que en los meses de septiembre, octubre y noviembre el número de días de lluvia fue mayor en

1780 que ahora, ocurriendo lo contrario en el mes de junio. Debe reconocerse que, el análisis de la Figura 15 no nos da suficiente información para extraer información robusta relativa a la variación en el número de días de lluvia.

En la Tabla 4 podemos observar la cantidad de agua de lluvia en las diferentes estaciones desde el año 1781 al 1788.

		CANTIDAD TOTAL DE AGUA DE LLUVIA (ESTACIONAL)			
		Dic-Ene-Feb	Mar-Abr-May	Jun-Jul-Ago	Sep-Oct-Nov
Año	81/82	-	-	165.1	256.5
	82/83	408.9	269.2	129.5	396.2
	83/84	315.3	297.0	40.7	529.6
	84/85	-	269.2	270.5	498.1
	85/86	542.0	633.7	62.2	291.9
	87/88	518.7	151.3	173.7	307.7
	87/88	462.3	395.5	82.0	156.2
	88/89	312.4	551.2	-	-

Tabla 4. Cantidad total de agua de lluvia (mm) en las diferentes estaciones.

Se aprecia que la estación más lluviosa fue la veraniega (diciembre-enero-febrero) mientras que la más seca fue la invernal (junio-julio-agosto). Además, de los 8 años, el 1785 fue el más lluvioso. Por otro lado, ha sido demostrado que la cantidad de agua de lluvia anual en Río de Janeiro es aproximadamente 1000mm (Griffes, 2007). Con los datos recogidos en la estación situada en el aeropuerto (RJ), este dato ha sido confirmado. Así el valor medio anual para el período 1961-2006 fue  $(1068.5 \pm 324.9)$  mm. A partir de los datos anotados por Sanches Dorta, se obtiene que el valor medio anual de cantidad de agua de lluvia de esos ocho años fue  $(1141.3 \pm 62.7)$  mm, lo cual sugiere que aquellos años fueron suavemente más lluviosos. Concretamente, el año 1785 fue el más lluvioso, tal y como Sanches Dorta dejó vigente en su artículo. Finalmente, queremos aquí recordar que la ciudad de Río de Janeiro está sujeta a la influencia de las masas de aire del Atlántico tropical provenientes del sur (Bonell et al., 1993). Además, debemos hacer mención al clima tropical que caracteriza a esta ciudad.

#### 5.4.4. Viento

Sanches Dorta no dio información sobre la velocidad o la intensidad del viento. El portugués no dispuso de un anemómetro que le permitiera analizar esta variable. No obstante, fue muy meticuloso a la hora de estudiar la dirección del viento. Fijémonos en que la ubicación de su observatorio supuso un impedimento para obtener este tipo de información, la cual dedujo principalmente del movimiento de las hojas de los árboles (Sanches Dorta, 1812b, pp. 114). De esta forma, en su diario quedó registradas las direcciones de viento predominante a nivel mensual desde 1781 hasta 1788, diario desde 1783 hasta 1788, y anual desde 1782 a 1788.

De forma genérica, Sanches Dorta describió los vientos como suaves y calmados. Fijémonos en que este hecho es algo coherente por la propia disposición de las costas Río de Janeiro: cerradas. Esta característica implica que los vientos puedan llegar a ser reflejados incluso 180°. Por otro lado, el portugués asociaba algunas direcciones de viento con algunos fenómenos meteorológicos o con la propia geografía del lugar. Así, Sanches Dorta vinculaba los vientos del Suroeste a fuertes lluvias: *"Pues rarísimas veces llueve aquí sin soplar este viento del SO"* [Portugués: *"Pois raríssimas vezes chove aqui, sem assoprar este vento SO"*] (Sanches Dorta, 1812b, pp. 113-114)). Además, los vientos del sudeste eran los más predominantes en la ciudad. Tanto es así, que eran conocidos por el pueblo con el nombre *"Vento de Viração"*. Sobre éste, el portugués afirmaba que era reconocido en la ciudad porque su presencia indicaba una disminución de los calores excesivos (Sanches Dorta, 1812b, p 114).

En la Tabla 5 se pueden ver las direcciones de viento predominantes por la mañana y por la tarde desde 1781 hasta 1788. Se aprecia que las direcciones de vientos predominantes por las mañanas fueron los vientos Var. y del NO, mientras que, por las tardes los más comunes fueron los del SE. En la actualidad se sabe que la distribución general del viento en las regiones tropicales depende del anticiclón del Atlántico Sur. Así, predomina la circulación atmosférica con una fuerte presencia de la componente de los vientos del SE. También, los del NE están presentes durante la mayor parte del año. No obstante, aunque los vientos del SE y NE son frecuentes en estas regiones, ellos no son predominantes en ninguna estación. De hecho, los vientos variables son los más frecuentes durante todo el año. Todos estos hechos coinciden con los registros anotados

de Sanches Dorta. Como se puede ver en la tabla, durante los 8 años, las direcciones de viento más frecuentes en Río de Janeiro fueron los Var. (50%) y del NE (25%) por la mañana, mientras que, por las tardes, predominaron los vientos del SE (68.75%).

DIRECCIÓN DE VIENTOS PREDOMINANTES								
Parte del día	Año							
	1781	1782	1783	1784	1785	1786	1787	1788
Mañana	NE & SE	NE & Var.	NE & Var.	Var. & NO	Var. & NO	Var. & NO	Var	Var. & NO
Tarde	SO & SE	SO & SE	SE	SE	SE	Var & SE	Var & SE	Var & SE

Tabla 5. Direcciones de vientos predominantes por la mañana y por la tarde (1781-88).

Por otro lado, en las Tablas 6.a. y 6.b. se muestran las frecuencias porcentuales de las diferentes direcciones de vientos a nivel mensual, tanto por las mañanas como por la tarde, desde 1781 hasta 1788. Analizando ahora estas tablas podemos observar que, durante todos estos meses, principalmente en enero, octubre, y marzo, los vientos variables prevalecieron en las mañanas de esos ocho años. Además, como se apreció en la tabla previa, los vientos del NO también estuvieron muy presentes, sobre todo en febrero, abril y junio. Debemos notar que, en la actualidad, esta dirección de viento no es muy acusada en dicha ciudad. Posiblemente, la orografía de estas áreas en el siglo XVIII, y su evolución a lo largo de estos dos siglos, pueda ser la causante de ese hecho. De esta forma, este resultado puede reflejar la presencia y la orientación del “*Morro de Viração*”. A su vez, como es de esperar, por las tardes los vientos predominantes son los del SE. A excepción de los meses de junio y julio, cuando también estuvo presente la influencia de los vientos variables y del sur, la dirección de vientos predominante fue la del SE. Este hecho recalca la influencia de los vientos del SE en la costa oeste de Brasil.

FRECUENCIA PORCENTUAL MENSUAL DE LAS DIRECCIONES DE VIENTO													
Año Direc.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.1	
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	7.1	6.3	12.5	14.3	
SO	0	0	0	0	0	0	0,0	0	7.1	0	0	0	
N	14.3	0	0	7.1	0	7.1	0	0	7.1	0	0	0	
NO	0	58.3	21.4	42.9	25	50	28.6	35.7	7.1	6.3	12.5	14.3	
NE	0	0	0	7.1	25	7.1	7.1	14.3	7,1	0	12.5	0	
O	0	0	0	0,0	0	7.1	14.3	7.1	0	0	0	0	
E	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	6.3	0	
Var	85.7	41.7	78.6	42.9	50	28.6	50	42.9	64.3	87.5	56.3	64.3	

Año Direc.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
S	8.3	0	0	0	6.3	21.4	7.1	0	0	0	7.1	16.7
SE	83.3	85.7	92.9	92.9	56.25	35.7	35.7	50.0	57.1	71.4	71.4	66.7
SO	8.3	7.1	7.1	0	6.3	14.3	7.1	14.3	7.1	14.3	14.3	0
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Var	0	7.1	0	7.1	31.3	28.6	50.0	35.7	35.7	14.3	7.1	16.7

Tabla 6.a y 6.b. Frecuencia porcentual mensual de las direcciones de viento por la mañana y por la tarde.

### 5.5. Variabilidad estacional e interanual. Características meteorológicas anuales principales.

Habiendo calculado y analizado el acuerdo entre los datos meteorológicos de 1780 y los modernos. A continuación se examinará la variabilidad interanual y los ciclos estacionales contenidos en los datos de Sanches Dorta. En la Tabla 7 queda resumida la información más relevante. El valor medio estacional de la temperatura y la presión desde 1781 hasta 1788 se ha calculado y presentado a partir de los datos publicados por Sanches Dorta. Junto a ellos son mostradas las medias estacionales de temperatura y cantidad de agua de lluvia que se ha determinado con los datos meteorológicos actuales obtenidos en las estaciones RJ y SDA.

Estos resultados muestran que la mayoría de las estaciones durante los años de 1780 fueron más frías que en el pasado reciente, con excepciones de algunos veranos y primaveras. Se deduce de ello que la estación invernal se prolongó en forma de fríos otoños, y templadas primaveras. Al mismo tiempo, las lecturas barométricas estivales fueron más altas en los años de 1780, no obstante, la diferencia no es muy poco acusada.

CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS ESTACIONALES					
	Año	Dic-Ene- Feb	Mar-Abr- May	Jun-Jul- Ago	Sep-Oct- Nov
Cantidad de agua de lluvia (mm)	1781	-	-	165.1	256.5
	1782	408.9	269.2	129.5	396.2
	1783	315.3	297.0	40.7	529.6
	1784	-	269.2	270.5	498.1
	1785	542.0	633.7	62.2	291.9
	1786	518.7	151.3	173.7	307.7
	1787	462.3	395.5	82.0	156.2
	1788	312.4	551.2	-	-
Temperatura media (°C)	1781	-	-	21.2	22.4
	1782	25.3	24.1	20.7	22.3
	1783	26.7	24.6	21.3	23.5
	1784	-	24.1	20.6	23.0
	1785	26.5	23.7	20.9	23.6
	1786	26.4	24.1	20.6	21.9
	1787	26.9	23.3	20.0	23.2
	1788	27	24.2	-	-
Presión media (hPa)	1961- 1991	26.4	24.8	22.0	23.3
	1784	-	-	-	1015.4
	1785	1013.2	1016.3	1018.5	1014.2
	1786	1012.0	1014.4	1017.2	1013.8
	1787	1012.1	1014.2	1016.4	1013.9
	1788	1011.2	1014.2	-	-
	1973- 2010	1011.5	1014.7	1018.6	1014.7

Tabla 7. Temperatura (°C) y presión media (hPa), y cantidad de agua de lluvia (mm) en cada estación.

La Tabla 7 nos muestra que el verano de 1782-83 fue el más frío, en concreto, 1.4°C por debajo de la media actual. Sin embargo, en los años restantes las temperaturas veraniegas fueron tan altas como las actuales. Por otro lado, la presión media en el verano de 1785-86 fue más alta que la media obtenida con datos presentes. Esto está asociado a condiciones atmosféricas cálidas. El verano de 1788-89 fue el más caluroso de los de 1780, 0.6 °C por encima de lo actual.

En general, los otoños fueron más fríos durante aquellos 8 años que los del siglo XX. Los meses de marzo, abril y mayo de 1785, hicieron de este otoño el más lluvioso de todo el período de registro. Sin embargo, la presión media correspondiente fue alta, un hecho que parece ser contradictorio con lo anterior. No obstante, tenemos que indicar que en este otoño ocurrió una intensa tormenta que contribuyó sustancialmente en esta cantidad total de precipitación (Sanches Dorta B., 1799d). Por otro lado, en la estación otoñal del 1787 se registró la temperatura media más baja (1.5 °C por debajo de la media actual). Esto se corresponde con un período de bajas presiones que sugiere, a su



vez, que frías y húmedas condiciones atmosféricas persistieron durante estos meses. Por el contrario, el otoño de 1783 fue el más caluroso, aún siendo más frío que los actuales.

En relación con la estación invernal se puede decir que, aunque todos los inviernos de 1780 fueron fríos, el más fresco, con respecto a la temperatura media anual, fue el del año 1787, en concreto 2 °C inferior a dicha media. Además, la correspondiente presión media en este invierno fue también 1.2 hPa inferior a la del pasado reciente, lo cual está en consonancia con el resultado obtenido para la temperatura. Si ahora nos centramos en el invierno del 1785, debemos notar que aunque el valor de la presión media sea similar al actual, el valor de la temperatura era bajo.

Finalmente, se puede observar que, en cuanto a las primaveras, los valores de la temperatura media durante estos 8 años del siglo XVIII, a excepción de la primavera de 1783-83 y 1785-86, fueron suavemente inferiores a los actuales. Así, la estación primaveral más fría fue la de 1786-87, en la cual la temperatura media fue 1.4 °C inferior a la media del pasado reciente. Por el contrario, la primavera más calurosa fue la del 1785-86, específicamente 0.3 °C por encima del valor medio actual, mientras que la presión media en ese año fue 0.5 hPa menor que la media reciente. Esto implica que la primavera de 1785-86 fue similar a dicha estación en la actualidad.

## **5.6. Resumen del clima en Río de Janeiro en 1780**

Hasta el momento, se ha hecho mucho hincapié en la rigurosidad, objetividad y buena práctica que venía acompañando a Sanches Dorta en su labor científica. Queda constancia de ello en sus propias publicaciones, ejemplo y simultáneamente reflejo de la influencia que las ideas Ilustradas tuvieron en los sabios de la época. No obstante, desafortunadamente no se tiene constancia de la existencia de otras fuentes en las cuales pueda albergarse información meteorológica de aquellos años, finales del siglo XVIII, y del mismo lugar, Río de Janeiro, que nos permitieran validar los datos de Sanches Dorta. Sin embargo, como en las secciones previas hemos podido observar, a partir del análisis de los registros del portugués en simultáneo con los más recientes, podemos corroborar la calidad de sus observaciones, de su trabajo como científico. Además de

ello, como ya vimos en la sección 4, Sanches Dorta trató de escribir los patrones meteorológicos, de modo descriptivo, de los diferentes años que residió en esta ciudad brasileña. De esta forma, en la Tabla 8 están resumidas las principales características meteorológicas de todos los años.

		RESUMEN METEOROLÓGICO ANNUAL							
		1781	1782	1783	1784	1785	1786	1787	1788
Temperatura (°C)	Media	23.1	24.3	25.0	24.2	25.1	24.3	23.4	20.4
	Mínima	23.1	14.6	16.1	13.9	12.5	10.6	13.9	34.0
	Máxima	29.7	32.8	32.9	35.6	33.3	33.3	35.3	17.4
Presión (hPa)	Media	-	-	-	1016.6	1016.2	1015.9	1015.9	1015.0
	Mínima	-	-	-	1011.8	1011.0	1011.0	1011.0	1010.2
	Máxima	-	-	-	1021.9	1021.6	1022.1	1021.2	1023.2
Precipitación (mm)	Total	947.9	1197.7	1028.4	1273.6	1413.0	1228.3	1003.3	795.0
	Mes más lluvioso	May	Oct.	Nov.	Dic.	Mar.	Ene.	Mar.	Mar.
	Mes menos lluvioso	Ago.	Jul.	Jun.	Feb.	Ago.	Abr.	Jun.	Ene.
Nº días	Lluvia	74	120	98	133	150	148	137	70
	Despejado	79	112	81	43	69	69	54	16
	Nublado	68	137	102	90	87	95	133	45
	Cubierto	98	116	56	50	146	78	78	13
	Niebla	34	43	51	133	111	127	81	30
	Tormenta	28	77	47	40	78	68	45	-

Tabla 8. Resumen de la descripción meteorológica de los diferentes años.

## 5.7. Eventos extremos

Si hay algo que hace de las personas seres vulnerables, débiles o indefensos estos son los eventos extremos meteorológicos. Sus efectos en la sociedad, los ecosistemas, las infraestructuras, la fauna y la flora son impredecibles e inevitables. Muchos fenómenos de este tipo han ocurrido a lo largo de la historia de la humanidad. Por ello, en los últimos años, la comunidad científica ha mostrado gran interés en el asunto (Easterling et al., 2000). Tratan de dar respuestas a cuestiones acerca de la frecuencia y la fortaleza de estos eventos, de la posible actuación del hombre sobre los mismos, de la posibilidad de debilitar sus efectos.

Sanches Dorta pudo presenciar algunos fenómenos extremos mientras estuvo en Río de Janeiro. Todos ellos, como a continuación mostraremos, fueron descritos

minuciosamente en sus obras. La mayoría de ellos ocurrieron en el año 1784. No obstante, también sobrevinieron otros eventos de este tipo a lo largo de los años siete años restantes. En concreto, el 11 de agosto del año 1784 estuvo presente en una fuerte tormenta. Como Sanches Dorta escribió en su obra (Sanches Dorta, 1799c, p. 347): “*En el día 11 del mes de agosto [de 1784] a las 7h de la noche, se formó por el SO una oscuridad, y tras ello, comenzó a inflamarse al mismo tiempo que se oían terribles truenos: a esto le siguió la lluvia de granizos en grandes cantidades, cuyas piedras eran del tamaño de almendras. Toda la noche estuvo lloviendo y tronando; en la misma ocasión cayeron en esta ciudad algunos materiales incendiados, pero por suerte no causaron daño*” [Portugués: “*No dia 11 do mes de Agosto pelas 7h da noite, formou-se da parte do SO hum negrume, e depois formado começou a inflamar-se, e ao mesmo tempo ouviraõ-se horriveis trovões: a isto seguio-se chover saraiva em grande quantidade, cujas pedras eraõ do tamanho de amendoas. Toda a noite continuou em chover e trovejar; na mesma occasiaõ cairaõ nesta Cidade algumas materias incendiadas, porém gozámos a felicidade de não causarem danao*”].

El mismo año, Sanches Dorta presenció dos lluvias enormemente duraderas. La primera ocurrió en el mes de agosto, concretamente desde las 10h de la mañana del 19 de agosto hasta las 00h del 21 de agosto (Sanches Dorta, 1799c, p. 347). Es decir, estuvo lloviendo durante 38 horas seguidas. Además, durante 30 minutos pudo contemplar el cielo con un color extremadamente rojizo, como si fuera “*hierro en brasas*”. La segunda gran lluvia tuvo lugar desde el 16 de septiembre hasta el 18 del mismo mes. De acuerdo con el portugués, estuvo lloviendo todo el tiempo, de manera que el nivel del mar llegó a incrementarse 13 palmos (Sanches Dorta, 1799c, p. 347).

El 12 de marzo de 1785 también llovió intensamente. Sanches Dorta indicó en su publicación que la cantidad de agua recogida por el pluviómetro durante 3 horas y 5 minutos fue 106.7 mm (Sanches Dorta, 1799d, p. 371). Un año después, el 12 de diciembre de 1786, tuvo lugar, de nuevo, una fuerte lluvia que perduró 48 horas. Como el portugués explicó en su obra, tras la formación masiva de nubes, comenzó la tormenta. Llovió tal cantidad, concretamente el pluviómetro registró 63.5 mm, que muchas casas quedaron anegadas (Sanches Dorta, 1812a, p. 71): “*La ciudad parecía un lago*” [Portugués: “*A cidade parecia hum lago*”]. Además, pudo escuchar innumerables truenos.

Finalmente, la última tormenta que Sanches Dorta quedó registrada en sus publicaciones ocurrió el 24 de enero de 1787. El portugués llamó la atención de que un rayo bastante peligroso cayó en la ciudad (Sanches Dorta, 1812a., p. 110).

### **5.8. Otros eventos interesantes**

Como ya se ha venido observando, en sus artículos, Sanches Dorta mostró gran admiración e interés por los eventos meteorológicos extremos. Muchos de ellos fueron presenciados por el mismo, quedando vigencia de su acontecer en sus obras. Este tipo de documentos, de información, nos permite analizar en mayor profundidad, conocer en mejor medida e indagar intensamente en el clima de Río de Janeiro de esos 8 años de finales del siglo XVIII.

En la sección anterior se dieron a conocer aquellos fenómenos atmosféricos violentos, recogidos en las obras del portugués, que desembocaron en una inestabilidad caracterizada por lluvias, vientos, relámpagos, truenos y en alguna ocasión, granizos. Este tipo de eventos, en mayor o menor intensidad, se pueden observar en cualquier parte del globo. A continuación, se describirán otros fenómenos meteorológicos intensos que Sanches Dorta pudo presenciar durante su estancia. Los que en esta sección son mostrados, se caracterizan por ser eventos más aislados y atípicos que los anteriores, merecedores de ser analizados en profundidad.

#### **5.8.1. Nieblas**

Durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 1784, tal y como se puede leer en Sanches Dorta (1799a), hubo una niebla enormemente intensa. En esta ocasión, esta colección de partículas o cristales de agua muy pequeñas en suspensión, cercanas a la superficie de la Tierra, se caracterizó por su naturaleza permanente; fue tan seca que la capacidad disipativa de los rayos del sol fue ínfima (Trigo et al., 2010). Además, estas nieblas persistieron durante los dos años siguientes, 1785 y 1786.

Sanches Dorta describió estos eventos en sus obras. Aquí son también traducidos al español:

*“En este año sucederán fenómenos incomparables a la de los años previos. En los meses de Septiembre, octubre y noviembre subsistió una niebla, o vapor muy denso, que nos ocultó de día el sol, y de noche las estrellas; de manera que habiendo en estos tres meses 48 eclipses de los satélites de Júpiter, visibles en este Meridiano, yo no pude lograr más de tres al final de septiembre. Esta niebla muchos días fue húmedo, lanzando un continuo rocío; y cuando dejó de cubrir el rocío, siempre los higrómetros indicaban gran humedad en la atmósfera, y esta se tornaba de color rojizo”. [Portugués: “Neste anno succedêrao fenomenos incomparaveis com os dos mais annos. Nos mezes de Setembro, Outubro, e Novembro subsistio huma nevoa, ou vapor mui denso, que nos occultou de dia o Sol, de noite as Estrellas; de maneira que havendo nestes tres meses 48 Eclipses dos Satellites de Jupiter visiveis neste Meridiano, eu não pude lograr mais de tres no fim de Setembro. Este nevoeiro muitos dias foi humido, lançando hum continuo orvalho; e quando deixava de orvalhar, sempre os Hygrometros indicavão grande humidade na athmosfera, e esta tornava-se de côr avermelhada”]* (Sanches Dorta 1799c, p 347).

*“El temperamento de este año es cálido y húmedo: es llamativo porque la atmósfera se encontró muchas noches como si estuviera incendiada, principalmente en casi todo el mes de septiembre: y por las muchas nieblas permanentes de día y de noche; habiendo meses en que no pude descubrir Planetas y Estrellas: de manera que, en los últimos cuatro meses, siendo visibles en este Meridiano 53 Eclipses de los Satélites de Júpiter, sólo observé 12”* [Portugués: *“O temperamento d’este anno, he quente, e humido: elle he notavel pela athmosfera se conservar tantas noites incendiada, principalmente em quasi todo o mez de Setembro: e pelas muitas nevoas permanentes de dia de de noite; havendo mezes, em que não pode descobrir Planetas, e Estrellas: de modo, que nos ultimos quatros mezes, havendo visiveis neste Meridiano 53 Eclipses dos Satellites de Jupites, só observei 12 ”]* (Sanches Dorta 1799c, b, p 369).

*“Tuvimos aquí este año la misma niebla espesa, que comenzamos a sentir en el año 1784. Comenzó esta niebla a mediados de abril, y continuó aumentando todo el año, lo cual vino a complicar mis observaciones Astronómicas que determiné hacer; de manera que habiendo 83 Eclipses de los Satélites de Júpiter visibles en este Meridiano, sólo pude observar 12 por esta causa: advirtiéndome que en esta cuantía está incluido uno que observé en enero mucho antes de que hubiera niebla. Esta niebla era continua de día y de noche; pero encima de ella el aire estaba sereno: el Sol aparecía algunas veces a través de la misma niebla, cuando estaba en el Meridiano o cerca suyo; mas rojizo y destituido de su resplandor, de manera que yo lo podía ver fijamente sin que me incomodara en los ojos. Esta niebla difería de las nieblas ordinarias, tanto por su constancia como por su densidad, y normalmente por su sequedad, no obstante, ocurría en algunas ocasiones un rocío pequeño. Los rayos del Sol parecían que encontraban gran dificultad en disipar alguna partícula de esta niebla; lo es es más notable cuando vemos que ellos destruyen rápidamente las nieblas húmedas ordinarias que ocurren encima del agua. El higrómetro de cuerda de lino, del que me sirvo, siempre indicó sequedad en la atmósfera. Durante todo el tiempo que duró la niebla, los vientos fueron favorable, pero muy débiles.”* [Portugués: “Nós tivemos aqui este anno a mesma nevoa espêssa, que começamos a sentir no anno de 1784. Principiou este nevoeiro no meio d’Abril, e continuou indo-se sempre aumentando por todo o anno, o qual veio embaraçar todas as minhas observações Astronomicas que determinei fazer; de maneira que havendo 83 Eclipses dos Satellites de Jupiter visiveis neste Meridiano, só me foi possível observar 12 por esta causa: advertindo que ainda neste numero entra hum que observei em Janeiro muito antes que houvesse nevoeiro. Este nevoeiro era continuo de dia e de noite; mas acima delle o ar estava de ordinario sereno: o Sol apparecia algumas vezes a través do mesmo nevoeiro, quando estava no Meridiano, ou perto delle; mas avermelhado e destituido do seu resplandor; de maneira que eu podia vêr fixamente sem o menor incommodo dos olhos. Esta neveo era differente das nevoas ordinarias, tanto pela sua constancia, como pela sua densidade, e mormente pela sua feccura, não obstante lançar algumas vezes orvalho miudissimo. Os raios du Sol parecia acharem difficuldade grande en dissipar algumas particula deste nevoeiro; o que he tanto mais notavel, quanto nos vêmos, que elles destroem proptissimamente os nevoeiros humidos ordinarios,

*que se elevão ao cima d'agua. O Hygrometro de corda de linho, de que me sirvo, sempre indicou secura na atmosfera. Em todo o tempo que durrou este nevoeiro os ventos forão varioaveis, mas muito brandos”]* (Sanches Dorta, 1812a, p. 70-71)

Sanches Dorta no tuvo acceso a información adicional sobre el evento. Al menos, en sus obras no deja constancia sobre si trató de investigar la presencia de este fenómeno en otros puntos geográficos. No obstante, aún así, trató de dotarle de coherencia, de dar una explicación a la presencia de esta niebla espesa y persistente. Sugirió así relacionar la frecuencia de este fenómeno con una posible erupción volcánica en algún punto del Hemisferio Sur, cerca de Brasil. Como el portugués afirmó en su obra:

*“¿Podré yo atribuir como causa de esta continua niebla a una fuerte evaporación de partes muy densas de nuestro planeta, que ascendieron a la región superior de la atmósfera; y son muy tenues como para descender? ¿Podré yo atribuir este fenómeno a alguna cantidad de humo exhalado de algún volcán, salido del Mar del Sur, en la vecindad de este país? Pero hasta ahora no tenemos noticias de esta desaparición”* [Portugués: *“Poderei eu attribuir a causa desta continua nevoa a huma forte vaporação de partes muito densas do nosso planeta, para subirem á região superior da atmosfera; e muito tenues para tornarem a descer? Poderes eu atribuir este fenómeno a alguma quantidade de fumo exhalado de algum Volcão, sahido do Mar do Sul na vizinhança deste Paiz? Mas até agora não temos notícia alguma desta apparição”*] (Sanches Dorta 1812a, pp. 70–71).

En Trigo et al. (2010), es estudiado este fenómeno. En concreto, en este artículo se analiza cómo las observaciones y descripciones que escribió el portugués, prosiguieron a la erupción del volcán Laki (en Islandia), confirmando de esta manera la hipótesis que Sanches Dorta propuso en su trabajo para explicar lo acontecido.

### **5.8.2. Rayo globular**

El rayo globular, también conocido con el nombre de centella, rayo en bola o esfera luminosa, es un fenómeno eléctrico atmosférico poco conocido, y relacionado con las

tormentas eléctricas. Hasta el momento, los estudios realizados han mostrado gran dificultad para explicar y predecir este tipo de evento atmosférico. Por lo general, son espontáneos y de naturaleza impredecible. Como Smirnov (1987) describió en su artículo: *“La formación luminosa en el aire, normalmente de forma esférica, no está sujeta a nada: se mueve libremente en el aire y tiene un largo período de vida”* [Inglés: *“the luminous formation in the air, usually of spherical form, that is not attached to an object; it moves freely in the air and has a long lifetime”*]. Sanches Dorta pudo visualizar este fenómeno en el año 1783.

En la comunidad científica, este tipo de evento atmosférico ha sido y es un tópico de estudio (Durand y Grattan, 1999). Varias explicaciones han surgido con motivo de explicar su origen. Torchigin y Torchigin (2005) definieron el royo globular como una burbuja de luz. Otras interpretaciones describen este fenómeno como una estructura polimérica-dieléctrica altamente cargada (Bychkov, 2002), un "pequeño agujero negro" (Rabinowitz, 2001), un balón de plasma subenfriado noideal (Norman, 2000), un nudo electromagnético o un balón de nanopartículas de óxido metálico (Abrahamson y Dinniss, 2000).

Concretamente, el 19 de febrero de 1783 ocurrió un evento de este tipo. Ese día se produjo un cambio en el estado del cielo, de la temperatura y el viento, de manera que, tras estos fenómenos, concretamente a las 19.40h, Sanches Dorta observó un rayo globular en el cielo. A continuación se transcribe y se muestra el comentario original que el portugués hizo sobre este evento en su diario meteorológico (Sanches Dorta, 1797b, p. 362):

*“El día 19 de febrero amaneció con el cielo despejado, soplando levemente el viento del N, y el termómetro marcando 79° de calor. A las 8h de la mañana, comenzó a soplar viento del NO, y el calor subió a 81°; a medio día, cambió a viento del SE, y el termómetro indicaba 85°: a las 14h el cielo comenzó a cubrirse, la temperatura ascendió a 86°, y el viento soplo del SO; a las 4h de la tarde, estaba el cielo totalmente cubierto, se oyeron truenos desde lo lejos, la temperatura disminuyó a 84°, y así se mantuvo hasta el anochecer; a las 7h, el cielo estaba sumamente oscurecido, y relampagueó en siete lugares desde el N hasta el S por el cuadrante del NO, de manera que parecía un relámpago*



*permanente (aquí he visto este fenómeno más veces); a las 7h y 10' desde el este comenzó a aparecer una luz fogueada, y aumentando su grandeza e inflamación, llegó a formar a las 7h 40' un globo de fuego, que tendría aproximadamente 4° de diámetro, y estaría encima del horizonte, 30°. De esta forma, se mantuvo inmóvil durante 15', y comenzó a deshacerse progresivamente sobre las 8h; en 15 minutos la luz estaba completamente disipada; pero, a la par que se deshacía, se oyeron truenos de más cerca; y sobre las 9h tronó fijamente encima de la ciudad, y comenzó a llover con abundancia, continuando hasta las 11h 30', momento en el que todo cesó. En todo este tiempo, el termómetro se mantuvo a la altura de 84°. La cantidad de agua que llovió fue de 7 líneas” [Portugués: “O dia 19 de Fevereiro amanheceu bem claro, assoprando levemente N, e o Thermometro mostrando 79° de calor. As 8h da manha mudou-se o vento para NO, e o calor subio a 81°; ao meio dia fez o vento mudança para SE, e o Thermometro indicava 85° : ás 2h da tarde começou o Ceo a encobrir-se, o calor subio a 86° e o vento tornou a mudar-se para SO; ás 4° da tarde estava o Ceo inteiramente coberto, ouvirão-se trovões ao longo, e o calor diminuiu a 84°, e conservou-se neste estado até a-noitecer; ás 7h o Ceo estava summamente obscurecido, e relampejeava em sete lugares desde o N até o S pelo quadrante NO, de maneira que parecia hum continuado relampago (aqui tenho visto este fenomeno mais vezes); as 7h 10' começou apparecer da parte de Leste, huma luz affogueada, e augmentando-se tanto en grandeza, como em inflamação, chegou a formar, ás 7h 40', hum globo de fogo, que teria com pouca differença 4 grãos de diametro, e estaria affima do horizonte, 30°. Desta forma conservou-se immovel pelo espaço de 15', e principou-se a desfazer pouco a pouco de frote que ás 8 horas, e 15 minutos inteiramente estava dissipada toda a luz; mas ao passo que se desfazia, ouvirão-se trovões de mais perto; e pelas 9h trovejou rijamente em fima desta Cidade, e começou a chover com abundancia, e continuo até ás 11h 30', tempo em que tudo cessou. Em todo este intervallo de tempo sempre se conservou o Thermometro na altura de 84°. A quantidade d’agoa que choveo foi de 7 linhas”].*

Con la minuciosa y precisa descripción que el portugués escribe sobre el evento, podemos reconstruir todo el episodio de lo acontecido. No obstante, cabe preguntarse por la causa que provocó su origen. Debido a la incertidumbre que, incluso en la actualidad, hay sobre este tema, no podemos extraer conclusiones firmes al respecto. A

pesar de ello, no hay motivo ninguno para dudar de las observaciones del autor. Lejos de eso, la rigurosidad que caracteriza a su redacción, el gran número de detalles que aporta sobre el suceso, el seguimiento de los valores que marcaron en cada instante las diferentes variables de estudio y sus cambios (temperatura, dirección de viento y precipitación), dotan a sus registros de consistencia y veracidad.

### 5.8.3. Temblor de tierra

Fue en marzo de 1785 cuando Sanches Dorta fue informado por un oficial de la artillería sobre dos temblores de tierra sentidos en la Isla de Trinidad. El oficial estaba en guardia cuando ocurrieron estos eventos. Por ello, pudo informar al portugués de lo acontecido.

Ambos temblores sucedieron el mismo día: el 1 de marzo de 1785. Sobre estos fenómenos Sanches Dorta escribió (Sanches Dorta, 1799d, p. 373):

*“En la noche del 1 de marzo de 1785 se sintieron dos temblores de tierra, con dirección, según pareció, de occidente para oriente; el primero a las 9h; y el 2º más sensible a las 9 horas y 20 minutos: ambos instantáneos”* [Portugués: *“Na noite do 1º de Março de 1785 setirão-se dous tremors de terra, com direcção segundo pareceu do Occidente para o Oriente; o 1º as 9h; e o 2º mais sensível ás 9h 20min: ambos instantaneos”*].

En las publicaciones de Sanches Dorta, no aparece más información al respecto. Dado que no fue un evento presenciado por el propio portugués, no pudo dar más detalle sobre lo ocurrido. Cabe aquí destacar la diferencia evidente que existe entre los escritos que hace a partir de sus observaciones directas, y los realizados haciendo uso de fuente secundarias. Por otro lado, en Amodio (2005) se hace referencia a un temblor de tierra que fue sentido en la Cariaco en el año 1785, indicando que un fraile (Iñigo Abad y Lasierra) llegó a declarar que en la región los terremotos eran tan comunes que la gente había llegado a acostumbrarse a ellos. Es esta una posible manera de demostrar la validez de la información aportada por el portugués, el cual llegó a incluir en sus obras

no sólo los eventos meteorológicos que, el mismo, pudo presenciar, si no que además, incluyó otros contemporáneos que le pudieron resultar interesantes.

### **5.9. Impacto de las observaciones meteorológicas de Sanches Dorta**

Como se ha tratado de recalcar durante el desarrollo del trabajo, uno de los asuntos que más puede llamar la atención sobre la actividad de Sanches Dorta es su escaso reconocimiento en el panorama científico. A pesar de ser un modelo ejemplar de científico de su época, su tarea fue escasamente rememorada por sus contemporáneos.

A lo largo de esta sección, se ha tratado de demostrar la validez de los registros meteorológicos del portugués, de rescatar la importante labor que realizó, de resaltar el mérito que merecen. Cabe tras ello preguntarse por qué, hasta el pasado reciente (Farrona, 2010), nadie las había analizado en profundidad. Fijémonos además en que, estos registros están al alcance de todos, disponibles, como ya sabemos, en los tres primeros tomos de las *Memorias de la Real Academia de Ciencias de Lisboa*, volúmenes a los cuales todos tenemos acceso. No obstante, para encontrarlos es preciso realizar una labor de búsqueda y lectura de documentos que, no siempre tiene por qué llegar a dar buenos resultados, y a su vez, no resulta interesante para todos.

Sin embargo, el aspecto más curioso no está en el desconocimiento actual sobre ello, si no en la ignorancia que caracterizó a los científicos contemporáneos a Sanches Dorta con respecto a sus registros. Quizás pudiera deberse a que entonces eran realizados pocos trabajos sobre los rasgos climáticos de un lugar, para lo cual se precisa de un conjunto amplio de datos. También, posiblemente, estos ámbitos de investigación serían más estudiados en aquellos lugares en los que se disponía de una tradición meteorológica más lejana en el tiempo. Hasta el momento se desconoce que algún científico de la época siguiera los pasos de Sanches Dorta o simplemente los destacara. No obstante, cabe aquí indicar que sobre todo, a partir de finales de la segunda década del siglo XIX son rescatados en ciertas obras algunos de los valores de ciertas variables dados por el portugués. Principalmente en estos trabajos hacen referencia a los registros de la temperatura media mensual. A modo de ejemplo se pueden citar Société de

Arcueil (1817), Jornal de Coimbra (1819), Brewster y Jameson (1821), Humboldt (1826), Humboldt y López de Bustamante (1827), Freicynet (1827), Saigey (1828). En ellos se hace una breve mención, limitándose a indicar el valor de la variable.

En conclusión, se puede afirmar que el trabajo meteorológico de Sanches Dorta no ha sido valorado ni destacado en el pasado. A pesar del esfuerzo y la paciencia que destinó para realizar sus registros, éstos no fueron usados ni rememorados por sus contemporáneos. Si que fueron mencionados en algunas obras durante épocas anteriores pero de manera supérflua. Por ello, considero que este trabajo tiene especial valor, pues permite hacer un reconocimiento de la labor de un gran científico.

#### **5.10. Conclusiones sobre los registros meteorológicos**

Como fue comentado, desde principios del siglo XVII, el sentimiento e interés creciente por la meteorología se hizo cada vez más evidente entre los sabios europeos. Fue así como, a finales del mismo siglo y haciendo uso de los instrumentos meteorológicos existentes, ya se había logrado establecer una consistente red de estaciones y se tenía consciencia de la relevancia que ello podría tener en muchos otros ámbitos de interés.

A finales del siglo XVIII se produjo la mayor afluencia de portugueses a Brasil. De esta manera Sanches Dorta llegó a Río de Janeiro, ciudad donde realizó innumerables registros de diversas variables meteorológicas. En esta sección se ha realizado un análisis de los registros de temperatura, presión, cantidad de lluvia y viento que el portugués anotó en su diario de forma constante y precisa a nivel diario. A partir de ellos extraería conclusiones a nivel mensual que fueron los datos que, durante los dos primeros años de estancia en Río de Janeiro, publicó. También se ha mostrado cómo el portugués registró gran número de eventos extremos acontecidos durante dichos años. Todos ellos fueron descritos minuciosamente, de manera que en la actualidad, se puede realizar una reconstrucción detallada de cada uno de estos fenómenos.

Todas sus observaciones han sido estudiados junto a los registros obtenidos de las mismas variables, en el período reciente, y en dos estaciones de Río de Janeiro. A partir

de este estudio, hemos podido corroborar la calidad de las observaciones obtenidas por este portugués, la validez de su trabajo como científico. No sólo hemos analizado con minuciosidad la multitud de registros que están presentes en sus publicaciones; simultánea e inconscientemente, hemos evaluado su labor, su esfuerzo, hemos comprobado la autenticidad de sus datos. Queda en evidencia, por el análisis que hemos realizado de los documentos de Sanches Dorta, de su enorme actualización científica y de su manejo especializado de conocimientos meteorológicos. Ello le proporciona a sus obras un carácter de trabajo científico de frontera para aquel momento y lugar.

Cabe llamar también la atención por su propia iniciativa en la realización de estas observaciones. De acuerdo con sus escritos, esta tarea nada tuvo que ver con la que le fue encomendada para este viaje. No hubo nadie que le exigiera que realizara estas anotaciones, fue una labor independiente, autónoma, motivada exclusivamente por sus ganas y empeño por hacer ciencia, por contribuir en su progreso. Recordemos que el portugués consideraba, tal y como quedó explícito en su obra (Sanches Dorta, 1797b, p.345) que este quehacer reunía dos de las condiciones que él buscaba en la tarea que fuera allí a desempeñar: utilidad y vigencia. No obstante, aún así llama la atención que el portugués estuviera tan concienciado con el avance de esta ciencia, de la meteorología, tan poco desarrollada en la época a pesar de su reciente progreso. Aunque era conocedor de la perseverancia, el esfuerzo y la paciencia que su compromiso con una labor de este calibre implicaba, la esperanza por obtener unos resultados cierto y dar a conocer nuevas características del país, tal y como el mismo indica, le animó a ello (Sanches Dorta, 1797b, pp. 345-346).

No contó con nadie para alcanzar este fin. Como hemos podido comprobar, él solo se involucra y se responsabiliza de la obtención de datos meteorológicos. No hay nadie que esté a su lado para anotar este tipo de registros, con el cual pueda intercambiarse, al cual pueda consultarle dudas. Cuando Sanches Dorta no pudo realizarlos, anotó en sus obras los motivos que le obligaron al cese de su empeño, pero en ningún momento le pidió a otro compañero que llevara a cabo esta labor o hubo alguien que le sustituyera. Sólo él contribuyó en esta tarea, en el logro de su objetivo: obtener registros meteorológicos. Tampoco comparó con nadie sus observaciones. Él era conocedor de que era una labor, a pesar de importante, poco frecuente entre los científicos de la

época. Cabe aquí recalcar que las observaciones meteorológicas de Sanches Dorta fueron las primeras realizadas en toda América del Sur (Farrona, 2010).

En definitiva, no sólo se ha demostrado, validado y dado a conocer la importante labor de Sanches Dorta en este ámbito de investigación. También se ha probado que estas publicaciones son herramientas útiles, de obligado uso en el ámbito de la climatología histórica. Fijémonos en que estos datos han sido utilizados durante estos dos siglos por autores que, en sus obras, hacían referencia al clima del país. No obstante, hasta ahora no se ha realizado un análisis detallado de los mismos (Farrona, 2010). Como se comprobó, las referencias que en el pasado se hicieron a las mismas no dejan de ser superficiales, superfluas, referenciando exclusivamente los valores medios. Así, el portugués no sólo nos refleja con sus obras, poco valoradas, una forma de practicar ciencia en el pasado; estas creaciones sirven además para el avance, el progreso y la mejora de la ciencia en el presente.

## **6. Bento Sanches Dorta y la astronomía**

## **6. Bento Sanches Dorta y la astronomía**

### **6.1. Introducción: la astronomía en Portugal en el siglo XVIII**

A lo largo de la historia, uno de los asuntos científicos más estudiados, a la par que admirados por el hombre, han sido los fenómenos celestes. Se podría decir que el desarrollo de su ciencia, la astronomía, está vinculada con el progreso de las civilizaciones. Muchos de los grandes científicos de la historia emplearon gran parte de su vida para lograr la mejora de estos conocimientos.

Desde los inicios de la astronomía como ámbito de estudio, los interesados en el tema, con su punto de mira puesto en distintos objetivos, han ido creando diferentes vías de investigación que, aunadas, unidas, fueron desarrollando esta ciencia como hoy en día la conocemos. De esta forma, es posible distinguir tres vertientes de la astronomía, dependientes entre sí, vinculadas, que complementándose han compuesto una única ciencia (Clerke, 2010). La primera rama, la más antigua, es conocida como “astronomía aplicada, observacional”. El principal fin que con su desarrollo se pretendía alcanzar era registrar eventos astronómicos de la forma más precisa posible. A la segunda, fundada por Newton, se le puede dar el nombre de astronomía teórica, basada en la idea de causalidad, en los dictados de las leyes, y ante todo, en la fiabilidad de los cálculos matemáticos. Por último, la conocida como astronomía física y descriptiva, centrada en estudiar las propiedades de los astros. Fijémonos en que, esta clasificación tan obvia, no estaba, en sus orígenes, del todo aceptada. Así, a modo de ejemplo, los astrónomos ortodoxos miraban con recelo a los nuevos estudiosos del cielo que, en lugar de dedicarse a investigar el tránsito de los astros y sus movimientos, se encargaban de estudiar el aspecto de los mismos, las manchas solares, etc.

A nivel europeo, los años que sucedieron a la exposición de las ideas newtonianas se dedicaron, entre otros ámbitos, a demostrar la validez de sus leyes, principalmente la de la gravedad. En esta labor, teoría y práctica se complementaron, interactuaron incesantemente, se necesitaban. Así, mientras en Francia, Lagrange y Laplace se osceaban en analizar la teoría gravitacional del sistema solar, en Inglaterra, el Real Observatorio de Greenwich se convirtió en la institución más importante en el registro



sistemático de fenómenos celestes. Con los datos extraídos del laboratorio, se aseguraba la validación o corrección de la teoría.

De esta manera, la necesidad de trabajar con el mayor rigor científico posible se fue afianzando en los astrónomos, en su práctica observacional. Se tomó consciencia de que únicamente sería posible validar los modelos teóricos con datos exactos, precisos.

En el país luso, a pesar de lo que hasta el momento ha sido aceptado por la historiografía portuguesa, las observaciones astronómicas vinieron realizándose desde finales del siglo XVII. De acuerdo con Marques Tirapico (2010), se tiene constancia de la observación de un eclipse lunar en Lisboa ocurrido en abril del 1688 así como del registro de eventos astronómicos en puertos portugueses por el Astrónomo Real Edmond Halley (1656-1742). No obstante, a pesar de la existencia de estas tentativas aisladas, la actividad astronómica en el país no se vuelve a reanudar hasta la llegada de jesuitas napolitanos Carbone y Capissi (Marques Tirapico, 2010).

Cabe indicar que desde principios del siglo XVIII la astronomía que vino desarrollándose en Portugal fue la de conocida como aplicada, observacional. Fijémonos en que la práctica de este tipo de astronomía nos informa del estado y el desarrollo de esta ciencia en Portugal. Así, mientras en el resto de Europa durante estas fechas el interés se centraba, principalmente, en la astronomía teórica, eso sí, apoyada en datos observacionales, en este país en cuestión se potenciaba y trabajaba la primera.

De esta manera, con Don João V al poder, se extendió la necesidad de realizar trabajos científicos concretos, sistemáticos, rigurosos. Siguiendo el ejemplo de otros países europeos, en los cuales sus monarcas protegían a los investigadores científicos con instalaciones de gabinetes, observatorios, jardines..., esta actividad, se instauró en Portugal, apoyada por el Rey. El intercambio de información con otros países era más o menos constante, el país luso, promovido y ayudado por el monarca, acompañaba, contribuía en el trueque. Un importante acontecimiento fue la construcción de un observatorio astronómico en el propio palacio del rey en la segunda década de este siglo. A su vez, el Rey mostró gran preocupación por la concentración y utilización de buenos instrumentos para poner en marcha las prácticas observacionales (Cortesão (1965) citado en Marques Tirapico (2010)). Cabe aquí indicar que el Rey fue el primero

en recibir un telescopio refractor como regalo diplomático. Por otro lado, algunos misionarios como Miguel Tamburini y Manuel de Campos, con buenos conocimientos en cartografía y en consecuencia, en la obtención de registros astronómicos, llegaron al país luso por orden del mismo rey D. João V. Debemos recordar que sólo era posible determinar la posición geográfica de un lugar mediante observaciones astronómicas precisas y sistemáticas.

Como ya fue comentado, a finales del primer cuarto de siglo, concretamente en septiembre del año 1722, los italianos Carbone y Capassi llegaron a Portugal. De acuerdo con Marques Tirapico (2010) estos realizaron observaciones rigurosas desde su llegada al país. Viajando más aún en el tiempo, desplazándonos hasta octubre de 1753 se tiene constancia de que fue estudiado un eclipse de sol. Este fenómeno llegó a despertar el interés ya no sólo de los astrónomos e interesados en el tema, sino de la población en general, principalmente por las connotaciones negativas que al acontecer de los mismos estaban asociados en aquella época (terror, espectación...). No obstante, la exaltación que produjo en los científicos radicaba precisamente en las posibilidades que la observación de estos fenómenos les ofrecían para buscar respuestas a algunas de sus preguntas. En este caso, trataron por ejemplo de conocer la existencia de atmósfera en la luna.

Dos años después, en 1755, año en el cual tuvo lugar el devastador terremoto en Lisboa, Eusébio da Veiga<sup>24</sup>, dispuso, siguiendo el ejemplo de la práctica en los países extranjeros, iniciar la publicación de efemérides astronómicas. Elaboró así el *Planetário Lusitano*, nombre que le dio da Veiga a estas hojas con información sobre las posiciones de los planetas y la ocurrencia de eclipses. Desde entonces, y gracias a astrónomos como Veiga y su práctica ejemplar, fue fomentada la creación de varios documentos con información de este tipo.

En Europa, a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, el número de observadores se multiplicó y fueron fundados observatorios en muchas partes del planeta. Para la realización de esta labor, se comenzó a procurar con insistencia en las asociaciones el acuerdo y la ayuda mutua. La mejora en la astronomía del sistema solar fue tal que,

---

<sup>24</sup> Eusébio da Veiga fue un jesuita portugués dedicado al estudio de la astronomía y las matemáticas. Elaboró las primeras efemérides astronómicas en Portugal (De Andrade, 1966). Fue expulsado del país por orden del Marqués de Pombal.

Whewell (1833) se refería a ella como *"la reina de las ciencias....la única ciencia perfecta...en la cual lo particular estaba completamente supeditada a lo general, efectos a causas"*.

Y el país luso no se mantuvo al margen de todo ello. Así, se puede citar la colaboración de Portugal en el programa de observaciones propuestas por el astrónomo francés Lacaille (Carvalho, 1996a). Este tipo de implicaciones supuso, por parte de una minoría de astrónomos lusos, la realización de un gran esfuerzo. El registro y estudio de este tipo de fenómenos, así como el intento por conocer y dominar los instrumentos utilizados para este fin se convirtieron en prioridades para ellos. A la par, entre la nobleza y aristocracia el interés por las ciencias experimentales iba en aumento. Todo ello nos incita, hoy en día, incluso a barajar la posibilidad de que exista material astronómico en casas particulares.

La práctica astronómica se llevó a cabo en mayor medida con la Reforma de la Universidad (Carvalho, 1985). Me gustaría aquí recalcar que, ello no significa que durante el período previo al desarrollo de este ámbito en el país fuera nulo. Como hemos podido comprobar, fueron realizados esfuerzos por parte de alguno de ellos para la mejora del estado de esta ciencia en Portugal. De hecho, la filosofía moderna fue analizada, citada y discutida por algunos miembros del clero (Pardo, 2008). Corroborando todo ello, cabe indicar que muchas de las piezas usadas por estos educadores, los jesuitas, fueron reutilizadas en las nuevas instituciones. No obstante, si se compara con el desarrollo en otros países este empeño fue insuficiente.

Un hecho de gran relevancia fue el establecimiento del curso de astronomía en la facultad de Matemáticas tras las reformas de la Universidad de Coimbra. El motivo de la importancia de este acontecimiento radicaba en que, con ello, se reconocía de manera oficial no sólo la belleza y admiración que despertaban los fenómenos celestes si no también la utilidad que los registros astronómicos podían llegar a tener. Basándose en los principios de la doctrina copernicana, comenzó a enseñarse una astronomía moderna, en la cual teoría y práctica estaban completamente vinculadas, unidas. Se transmitió la importancia que tenía la realización de cálculos astronómicos haciendo uso para ello de los datos observacionales, para lo cual era fundamental tener un manejo exhausto de los instrumentos. La construcción de un observatorio en la propia

universidad se convirtió en prioridad esencial para poner en marcha todas estas iniciativas. Tanto para los estudiantes, en sus prácticas en astronomía, como para los profesores, para realizar sus registros y a partir de ahí determinar parámetros importantes, contar con un observatorio a su disposición era fundamental. Tampoco faltarían en él los buenos instrumentos de medición. Si relevante era la labor de observadores y teóricos, el trabajo realizado por los fabricantes de instrumentos no lo fue menos. Con su labor permitieron que la precisión observacional sirviera para realizar predicciones teóricas.

Se estudiaría también astronomía en otras Academias creadas a finales del siglo XVIII: la Academia Real da Marinha (en 1779), y la Academia Real dos Guarda Marinhas (en 1796). En ellas también fue determinada la publicación de Efemérides Náuticas, éstas utilizadas principalmente en la navegación portuguesa.

Con la llegada de la reina Doña Maria I al trono, los instrumentos astronómicos de los que disponía la Corona portuguesa serían, no sólo destinados para la enseñanza en el aula, si no también utilizados para determinar los valores de las coordenadas geográficas locales o para la delimitación de territorios. Con el objetivo de conocer y establecer con precisión los límites entre los territorios de ambos imperios fueron formados y reclutados grandes astrónomos. Entre ellos estaba Sanches Dorta, el cual, a pesar del infortunio que le impidió dedicarse plenamente a estos estudios, sí que tuvo la suerte de nacer en unos momentos de expansión y reconocimiento de las ciencias y, en especial de las prácticas, las naturales. Cabe resaltar la relevancia que tuvo el reinado de Doña Maria I para el avance de la ciencia del país. Con ella fue mantenido el esfuerzo y deseo modernizador pero evitando, en la medida de lo posible, las medidas radicales y las actitudes contradictorias propias del Marqués de Pombal.

A continuación se tratará de analizar las observaciones astronómicas de Sanches Dorta publicadas en los diferentes tomos de las Memorias. En vista de lo que ya conocemos sobre sus obras, podríamos decir que se centró en la práctica de la astronomía aplicada. Fijémonos en que la mayoría de sus observaciones las realizaba con el objetivo de utilizarlas *a posteriori* para determinar otros parámetros como la longitud y la latitud. Esta práctica era común entre los socios de la Academia. En los mismos volúmenes de las Memorias de la Academia Real de las Ciencias de Lisboa están disponible

observaciones astronómicas similares a las de Sanches Dorta, realizadas por otros científicos en diferentes partes del globo.

Al igual que fue realizado en la sección previa, en primer lugar, trataré de analizar las principales características del conjunto de registros del que disponemos, principalmente en lo referente a los eventos astronómicos observados, el número total de registros a nivel anual, la resolución temporal de los datos disponibles, etc. Será también importante indagar sobre los instrumentos meteorológicos que el portugués utilizó. Esto me permitirá conocer en mayor profundidad la precisión de las medidas anotadas y la validez de las mismas. Tras ello, pasará a estudiar las propias observaciones de Sanches Dorta. Me centraré en el análisis de los eclipses de Sol, Luna y de los Satélites de Júpiter que el portugués registró en sus obras, así como sus anotaciones sobre los anillos de Saturno, y las auroras australes. Por último, se tratará de enumerar las principales conclusiones extraídas.

## **6.2. Metadata**

A partir del análisis de las obras de Sanches Dorta, hemos podido comprobar cómo éste dedicó gran parte de su tiempo al estudio de fenómenos astronómicos. Teniendo siempre presente la necesaria precisión que debía caracterizar a sus medidas, desde que llegó a Río de Janeiro, y hasta que cesó en su empeño por realizar este tipo de registros, anotó un total de 345 observaciones astronómicas. Fijémonos en que la regularidad con la cual el portugués podía anotar las variables meteorológicas no es equiparable a la existente en fenómenos de este tipo. No obstante, teniendo en cuenta las limitaciones intrínsecas a las propias observaciones astronómicas, se podría afirmar que los registros del portugués fueron bastante sistemáticos. Recordemos que la observación de eclipses dependen de varios parámetros, como las órbitas de los astros y sus posiciones, así como de las condiciones de visibilidad (sólo en el caso de que el cielo esté despejado, estos fenómenos podrán ser registrados con precisión).

Junto a estos registros numéricos, que incluían como mínimo la hora a la cual Sanches Dorta visualizaba los diferentes eventos, escribía, en el caso del que fuera necesario,

algunas anotaciones y descripciones del estado de la atmósfera en el momento de la observación. A su vez, también solía indicar aquellos incidentes que considerara oportuno comunicar, e incluso detalles de la observación, como pueden ser la calibración de instrumentos.

En la Figura 16 se muestra el número total de observaciones astronómicas que el portugués realizó cada año.

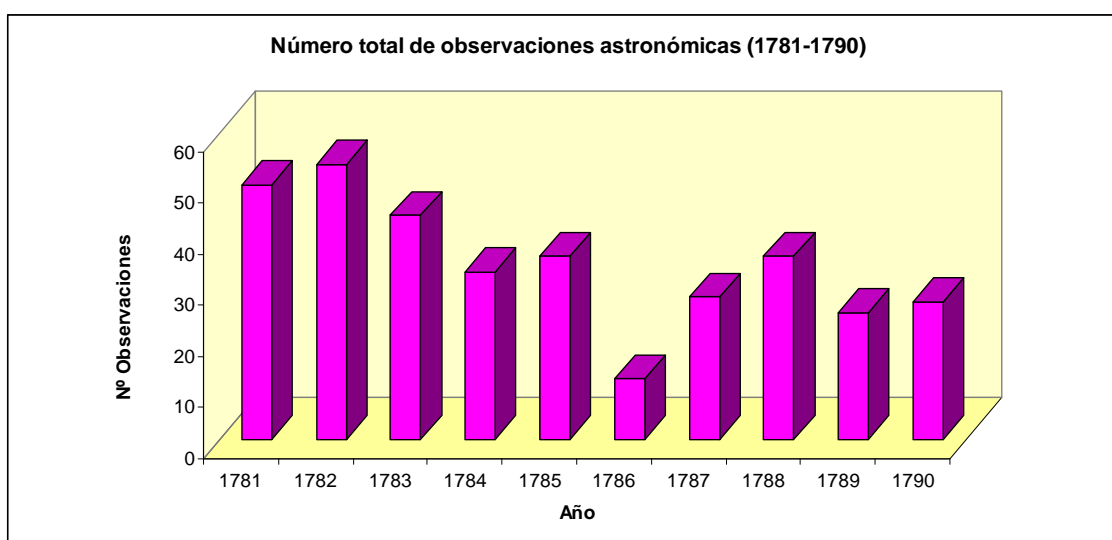


Figura 16. Número total de observaciones astronómicas realizadas por el portugués cada año, desde 1781 hasta 1790.

Los efectos del volcán Laki se hacen evidentes en la misma. Así, se observa cómo las partículas emitidas por la erupción volcánica, que se encontraban suspendidas en la atmósfera, influyeron negativamente en la visibilidad de estos fenómenos. De esta manera, el número de observaciones decreció cada año hasta alcanzar el mínimo en 1786, año en el cual las secuelas de la expulsión del volcán fueron más intensas. El mismo Sanches Dorta, en su obra (Sanches Dorta, 1812a, p. 70), hace referencia a este efecto: “...y continuó siempre aumentando durante todo el año [la niebla], lo cual vino a complicar todas mis observaciones astronómicas que determiné hacer; de manera que habiendo 83 eclipses de los satélites de Júpiter visibles en este Meridiano, sólo me fue posible observar 12 por esta causa” [Portugués: “...e continuou indo-se sempre augmentando por todo o anno, o qual veio embaraçar todas as minhas observações Astronomicas que determinei fazer; de maneira que havendo 83 Eclipses dos Satellites de Jupiter visiveis neste Meridiano, só me foi possivel observar 12 por esta causa”]. A

partir de entonces, el número de observaciones comenzó a aumentar hasta el 1788. Durante los dos años que le siguieron a este último, 1789 y 1790, el total de registros volvió a disminuir con respecto al previo, posiblemente debido a la ocupación del portugués en otros asuntos (recordemos que tampoco tenemos datos meteorológicos de este periodo).

Por otro lado, en la Figura 17 aparecen los diversos eventos astronómicos visualizados por Sanches Dorta cada año y el número de registros de cada uno de ellos.

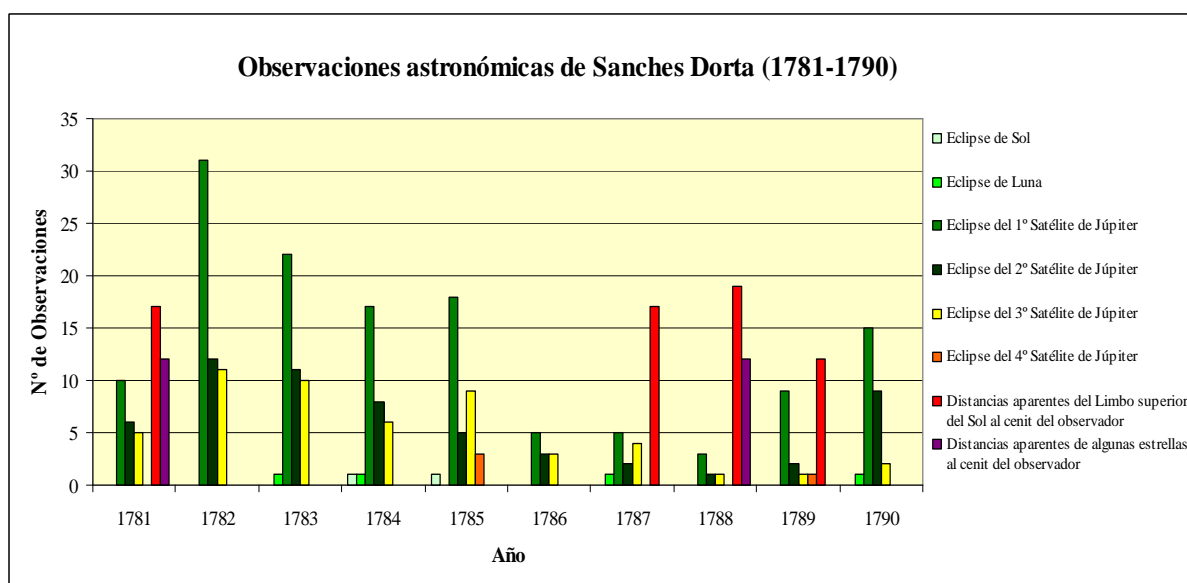


Figura 17. Eventos astronómicos visualizados por Sanches Dorta cada año (1781-1790) y el número de registros de cada uno de ellos.

Se ha distinguido entre los ocho tipos de fenómenos que el portugués queda recogidos en sus obras (eclipses de los cuatro satélites de Júpiter, Sol, y Luna, y distancias aparentes del Limbo superior del sol y de algunas estrellas al cenit del observador). De la Figura 17 se extrae que el eclipse del primer satélite de Júpiter fue el evento más observado por el portugués durante los ocho años y medio de observación (el 39.1% del total de observaciones fueron de este tipo), seguidas por las medidas de las distancias aparentes del limbo superior del Sol al cenit del observador (18.8%). Los eclipses de Sol fueron los eventos menos observados (sólo un 0.6% del total de eventos registrados respectivamente) debido a su carácter esporádico, la dependencia de la localización geográfica para su visualización, y las condiciones de visibilidad.

Al igual que con sus registros meteorológicos, Sanches Dorta fue especialmente cuidadoso con sus anotaciones astronómicas. Durante su estancia en Río de Janeiro, éstas fueron realizadas en un lugar cercano al castillo de la ciudad (Sanches Dorta, 1797a). Cabe aquí indicar, que en aquellos entonces, los campamentos de la armada debían estar preferiblemente localizadas en sitios altos o costeros. Las tierras cercanas a ellos deberían ser limpiadas. Era conocido que los terrenos húmedos, bajos y pantanosos son poco convenientes para la salud y este tipo de prácticas. Posiblemente, por ello Sanches Dorta fue ubicado en el castillo.

### **6.3. Instrumentos**

Sanches Dorta no aportó mucha información sobre los instrumentos astronómicos que utilizó para realizar sus medidas. A diferencia de la atención que dedicó para informar sobre los artefactos meteorológicos de los que disponía (sí destinó algunas líneas de sus obras para describirlos), el portugués no mostró gran preocupación por detallar los rasgos esenciales de los mismos. En cualquiera de los casos, el portugués afirma que para sus observaciones fueron utilizados excelentes instrumentos (Sanches Dorta, 1797a, p.325)

Los instrumentos astronómicos utilizados por Sanches Dorta para su cometido también formaban parte de la colección que el Reina de Portugal envió a la armada portuguesa en Brasil (Sanches Dorta, 1797b, p. 325). Como ya se vio en el apartado previo, los artefactos fueron mandados a construir en Londres en marzo de 1778 por el Ministro Aires de Sá e Melo, delegando en Luís Pinto de Sousa Coutinho y, éste a su vez, en João Jacinto de Magalhães. Todos ellos fueron recibidos en Río de Janeiro el día 11 de junio en la Fragata São João Baptista, bajo la dirección de Guilherme Roberto. En el recibo de entrega de los instrumentos, firmado por Sanches Dorta, Oliveira Barbosa y Cobos, quedan recogidos todos los artefactos que iban incluidos. En dicha relación, además de los instrumentos meteorológicos ya estudiados previamente y del material de escritura, estaban incluídos (Mourão, 2009): un cuadrante astronómico, un péndulo astronómico, dos óculos acromáticos, un teodolito, dos brújulas de bolsillo, y una bolsa para instrumentos circulares.



Debemos aquí mencionar que todos estos instrumentos fueron creados por fabricantes de instrumentos de gran reconocimiento y prestigio en Europa. Magalhães escogería para la fabricación de tales artefactos los mejores constructores de instrumentos astronómicos de la época, entre los que cabe citar Dollond, Jeremiah Sisson y Adams. Este hecho le permitiría al portugués tras su llegada a Brasil, desarrollar su inquietud científica contando a su disposición con instrumentos astronómicos, aunque tenían las limitaciones que a los mismos les caracterizaba en aquellos entonces, eran bastante buenos y reconocidos.

### 6.3.1. Cuadrante astronómico

Sanches Dorta utilizó un cuadrante astronómico para medir las alturas al Sol y a las estrellas. Estos instrumentos astronómicos de origen medieval, por lo general, estaban constituidos por un cuarto de círculo graduado de 0 a 90°, situado en el plano vertical. En su centro giraba una alidada<sup>25</sup>, que posteriormente sería sustituida por un anteojo. Con ellos se podía medir la altura (amplitud del arco vertical contado desde el horizonte) o la distancia cenital (ángulo complementario a la altura).

La construcción de este instrumento en concreto data del 1779. De acuerdo con el portugués, el cuadrante fue elaborado por Mr. Sisson, un fabricante de este tipo de instrumentos muy conocido en la época (Sanches Dorta, 1797a, p. 325). Del taller de Mr. Sisson salieron, a lo largo de la segunda mitad del siglo XVIII, numerosos instrumentos astronómicos, especialmente cuartos de círculo portátiles.

Joaõ Jacinto de Magalhães hace en uno de sus tratados una descripción de uno de los cuadrantes contruidos por Sisson para esta encomienda. En su trabajo titulado *Description et usages des instrumens d'astronomie et de physique, faits à Londres, par ordre de la cour de Portugal en 1778, adressée dans une lettre à son excellence M. Louis Pinto de Souza Coutinho* (Magalhães, 1779), se limita a detallar el cuadrante, a pesar de que el mismo título puede hacer creer al lector que se trata de un catálogo de

---

<sup>25</sup> Una alidada es una regla fija o móvil que lleva perpendicularmente y en cada extremo una pínula o un anteojo.

cada uno de los artefactos solicitados por la corona. En concreto, en la Figura 18 aparece la imagen del cuadrante que describe.

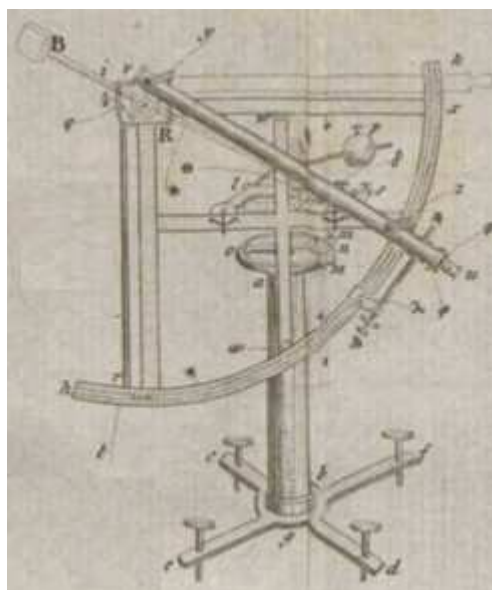


Figura 18. Cuadrante de Mr. Sisson  
(Magalhães, 1779).

Cabe indicar, no obstante, que Magalhães envió a Portugal cinco cuadrantes astronómicos, elaborados por diversos constructores como Sisson, Nairne & Blunt, y Adam, lo cual implica que el usado por Sanches Dorta no tiene por qué ser idéntico, aunque sí muy similar al de la figura anterior. En concreto, el cuadrante utilizado por el portugués tenía un pie de radio (Sanches Dorta, 1797a, p. 325). Por su tamaño, éste puede ser considerado portátil. Fijémonos en que ésta era la dimensión justa para que el instrumento pudiera ser embalado y transportado sin dificultad.

De acuerdo con Malaquías (2003), posiblemente en la actualidad se pueda consultar algunos vestigios de los manuscritos que hacen referencia a este instrumento y su forma de utilización en el Real Observatorio de la Armada española en Cádiz. En esta institución existe además un cuadrante de latón de un pie de radio firmado por Mr. Sisson (véase la Figura 19). Como se puede apreciar en la imagen, el cuadrante de Sisson está compuesto por un sector circular graduado de  $90^\circ$ , dos anteojos, uno horizontal y otro de altura variable, ambos con 23 cm de distancia focal. Dispone, además, de un círculo graduado horizontal.



Figura 19. Cuarto de círculo firmado por Sisson y disponible en el catálogo de instrumentos del Real Observatorio de la Armada española.

Quiero aquí mencionar también que en el *Museu de Astronomia e Ciências Afins* de Brasil existe un cuadrante semejante al que aparece en la Figura 19 en cuanto al material de construcción, dimensiones y autoría se refiere. De acuerdo con Malaquias (2003) cabe preguntarse si pudiera haber sido alguno de los artefactos pertenecientes a estas colecciones.

Cuando Sanches Dorta fue trasladado a São Paulo, se planteó la posibilidad de que el cuadrante tuviera un error asociado como consecuencia de su desarme y posterior montaje. Para estudiarlo y corregirlo, en el caso de que fuera necesario, midió las alturas de dos estrellas meridianas. De esta manera, pudo comprobar que efectivamente, el artefacto aumentaba en cierto factor el registro obtenido con respecto al real. Cabe aquí indicar que, el exceso que en las medidas que el portugués pudiera haber anotado previa a la comprobación de dicho error, fueron posteriormente corregidas por el mismo.

### 6.3.2. Anteosjos acromáticos

Para la realización de sus observaciones astronómicas, Sanches Dorta hizo uso de dos anteosjos acromáticos: uno de 3 pies y medio de foco, y otro de 17 pulgadas (Sanches Dorta, 1797a, p. 325). El portugués afirmaba que este último anteojo (el de 17 pulgadas de foco) aumentaba los objetos casi “70 veces” (Sanches Dorta, 1799b, p. 351). Cabe aquí indicar que, tal y como parecen indicar en los títulos de sus obras, en los cuales generalmente mencionaba cuál era el instrumento que utilizaba para realizar sus observaciones, era éste, de los dos, el anteojo más utilizado por el portugués. Así, con respecto a estos instrumentos, además de la información adicionada en los títulos, Sanches Dorta se limita a anotar en su primera obra los dos artefactos de los que dispone para realizar este tipo de observaciones (Sanches Dorta, 1797a). No obstante, es la única información que aporta al respecto.

El portugués indica que estos instrumentos astronómicos fueron fabricados por Dollond. No se sabe si en concreto el fabricante fue Meter o John, nieto e hijo respectivamente del que fue el pionero en el oficio, John Dollond. La firma Dollond corresponde a una afamada dinastía inglesa constructora de instrumentos científicos durante los siglos XVIII y XIX. Su fundador, precisamente John Dollond, es conocido por ser, tras muchos años de investigación, el autor de las lentes acromáticas. Ésta iniciativa fue propuesta en el año 1758 y patentada para su manufactura un año después. Las lentes acromáticas están constituidas por un doblete de vidrios diferentes, con distintos coeficientes de refracción (una lente convergente de un cristal determinado y otra lente divergente fabricada con otro cristal) que eliminaban la aberración cromática o irisaciones coloreadas alrededor de las imágenes. No obstante, dicha corrección no era del todo perfecta. El mismo Sanches Dorta percibió este problema (Sanches Dorta, 1812g, p. 181): “*No se deben considerar estas observaciones libres de defecto, principalmente por lo que respecta al pequeño tamaño del telescopio con que observé; obligandome la necesidad a usarlo, por no haber otro en esta colección de instrumentos*” [Portugués: “*Nao se devem cosiderar estas obsservações livres de algum defeito, principalmente pelo que respeita á pequenhez Oculo com que observei; obrigando-me un necessidade un usar delle, por nao haver outro nesta colleção de instrumentos*”].

### **6.3.3. Péndulo de segundos**

Sanches Dorta requirió un péndulo de segundos para la determinación del tiempo verdadero en el cual ocurrían los fenómenos que registraba. El portugués indicó en sus obras de que el instante concreto en el que realizaba las observaciones y las registraba, eran determinadas por la anotación de muchas altura del sol durante tres días consecutivos: antes del día de la observación, durante el mismo día de la observación y el día después de la misma (Sanches Dorta, 1797a, p. 325). Afirma que el péndulo era excelente, pero que, no obstante, pudo apreciar muchas alteraciones en el mismo. El portugués atribuía estos cambios a la influencia que las variaciones de temperatura pudieran tener sobre los metales (Sanches Dorta, 1799d, p. 375).

En un “péndulo de segundos” el periodo (es decir, el tiempo que tarda en dar una oscilación completa) es dos segundos. Para el funcionamiento de estos instrumentos era importante tener presente que la medida del recorrido del péndulo depende de la aceleración del peso colgado de la cuerda y que, a su vez, esa aceleración varía con la latitud del lugar. No obstante, este problema estaba solventado a mediados del siglo XVIII.

### **6.4. Análisis de las observaciones**

A diferencia de la meteorología, la astronomía tiene un pasado muy remoto. Desde siempre ha llamado la atención del hombre, ocupando así un lugar privilegiado en la historia de la cultura humana. Aún cuando no se había desarrollado un conocimiento sistemático de la física y la química, se podía apreciar un progreso gradual en la astronomía. De esta manera, esta ciencia se pudo manifestar como un sistema teórico de conocimientos del cual se serviría el ser humano para predecir fenómenos estelares, como los eclipses, conocer la periódica recurrencia de los fenómenos celestes, la amplitud del universo (Pannekoek, 1961).

Ya en el siglo XVIII, el empeño y la admiración de los científicos por registrar observaciones astronómicas era una práctica asimilada. Íntimamente vinculado a ello

estaba el progreso técnico en la fabricación de instrumentos, como el telescopio y el microscopio, sentido a lo largo del siglo previo. Desde entonces, el hombre de ciencias había comenzado a forjar los medios que necesitaba para alargar sus poderes de observación y alcanzar visualmente aquellos objetos tan alejados. Así, con el transcurso de los años y el perfeccionamiento de los instrumentos, aumentó la comprensión de los movimientos de los astros. Y con ello, el ser humano se vio capacitado para determinar su posición con mayor rigor, marcar fronteras o navegar por los Océanos.

En Brasil, mirar al cielo, contemplar los astros y estudiar los movimientos de los mismos, también ha sido motivo de interés desde la antigüedad. Coutinho (1998) hace referencia a la inquietud que los brasileños prehistóricos ya mostraban por los acontecimientos astronómicos, como cometas, eclipses, conjunciones de los astros, y fenómenos astronómicos cíclicos. Las representaciones que elaboraban de los mismos normalmente estaban asociados a signos que, aparentemente, tenían su origen en la apariencia del cielo mismo. Yéndonos ahora hasta el siglo XVII, a modo de ejemplo, podemos citar la obra escrita por el fraile capuchino Claude D'Abbeville<sup>26</sup> (D'Abbeville, 1614) sobre los tupinambás<sup>27</sup> y su práctica en astronomía (Pedroza y de Castro Moreira, 2005). No obstante, poco esfuerzo se ha realizado para analizar la práctica de esta ciencia en el país. A pesar de que la recuperación de antiguas observaciones astronómicas, los estudios sobre cronología, variaciones en la tasa de rotación terrestre o las capas exteriores del Sol, ha sido una labor habitual entre historiadores de la ciencia y científicos (Vaquero y Vázquez, 2009), en Brasil este tipo de análisis han sido, hasta el momento, pocos frecuentes.

En este apartado se tratará de reconstruir y analizar las observaciones astronómicas de Bento Sanches Dorta con el fin de reproducir este episodio de la historia de la astronomía en Brasil. Se atenderá a mostrar la importancia de los mismos en el contexto de los estudios astronómicos. Para ello, se analizarán de forma específica los registros que el mismo realizó para determinar las coordenadas geográficas presentes en algunas de sus obras, estudiando la validez y precisión del resultado obtenido. También serán

---

<sup>26</sup> Para más información del fraile capuchino Claude D'Abbeville véase (Cascudo, 1971).

<sup>27</sup> Grupos tribales con unidad lingüística y cultural que se localizaban en las áreas en que las cuales los contactos con los colonizadores fueron más intensos y regulares, principalmente en Río de Janeiro y Bahía.

motivo de análisis las observaciones de los eclipses de Sol y Luna que durante su estancia en el otro continente pudo anotar. Además, dedicaremos algunas líneas a profundizar en sus registros de los anillos de Saturno. Por último, las anotaciones que el portugués hizo de las auroras australes que visualizó durante los ocho primeros años de su estancia en Brasil serán comentadas brevemente.

#### **6.4.1. Determinación de las coordenadas geográficas del lugar por Bento Sanches Dorta**

##### **6.4.1.1. Metodología empleada para la determinación de la longitud y la latitud**

Como previamente ha sido analizado, a finales del siglo XVIII, el gusto y la admiración por los fenómenos astronómicos no eran los únicos motivos que incitaban a los astrónomos a realizar observaciones de estos eventos. En 1666 se funda la *Real Academia de Ciencias* de Francia. Desde su comienzo tiene como objetivo prioritario la corrección y mejora de los mapas y las cartas de navegación. Para ello, el desarrollo y aplicación de la observación astronómica se convierte en el método científico más fiable y seguro. Con el objetivo de conocer el valor de algunas distancias y fijar la posición geométrica de un lugar cualquiera, resultó ser fundamental determinar la longitud y la latitud, que son las dos coordenadas que la definen.

Determinar el valor de la latitud era relativamente sencillo. Al coincidir la latitud de un lugar con la altura del polo celeste sobre el horizonte observada desde ese mismo lugar, bastaba con obtener la altura de la estrella Polar para conocer el valor de la coordenada con suficiente precisión. No obstante, el procedimiento llevaba intrínsecas una serie de medidas, a tener en cuenta, para realizar observaciones astronómicas lo más precisas posibles. Así, la precisión y utilidad de los datos obtenidos dependían del correcto establecimiento de la estación de observación. Era conveniente marcar en el suelo la dirección norte-sur (línea meridiana). De esta forma, el sur, la dirección a la cual hay

que mirar cuando se desea hallar la altura meridiana del Sol<sup>28</sup>, quedaba localizado. Fijémonos en que hay que determinar a qué hora del reloj pasa el Sol por el meridiano del lugar. Es importante tener también presente que el reloj marca el tiempo medio correspondiente a un Sol que se mueve con velocidad uniforme. Es decir, lo que se desea conocer es la hora que marca el reloj de péndulo cuando son las doce, hora solar. Para ello, antes del mediodía se tomaba una altura del Sol y se anotaba la hora (esto se recomendaba realizar en un par de ocasiones). Seguidamente, se esperaba a que por la tarde el Sol volviera a tener esa misma altura y se volvía a registrar la hora. En el intermedio se producía el paso del Sol por el meridiano, que se determinaba haciendo un cálculo sencillo:

$$\text{Medio día real} = t_0 + (t_F - t_0)/2,$$

donde,  $t_0$  es la hora a la cual se tomaba la altura del Sol antes del mediodía, y  $t_F$  era la hora a la cual se tomaba la misma altura del Sol por la tarde (García, 2009).

Sanches Dorta realizaba este mismo procedimiento días antes y después con respecto al que realizaba sus registros (Sanches Dorta, 1799b, p. 193). De esta manera se aseguraba del tiempo de retraso o adelanto que llevaba su reloj de péndulo.

Conociendo el instante en el cual el Sol pasaba por su meridiano, se podía proceder a calcular la altura meridiana del astro. En primer lugar, era determinada la altura meridiana aparente del borde superior del Sol, la cual se tenía que corregir del error propio del instrumento, de la refracción, del paralaje, y del semidiámetro solar. Con el registro libre de errores, se obtenía la altura meridiana del centro del Sol. A partir de aquí, únicamente había que aplicar la fórmula correspondiente para calcular la latitud del lugar (García, 2009):

$$\phi = (90^\circ - (\alpha - \delta)),$$

donde  $\alpha$  es la altura meridiana del Sol corregida y  $\delta$  es la declinación septentrional para ese día, valor que Sanches Dorta conocía a partir de la obra *Connaissance des Temps* (Sanches Dorta, 1799b, p. 192). Siguiendo este procedimiento, el portugués realizó

---

<sup>28</sup> La altura meridiana del Sol es la que tiene el Sol cuando son las doce, hora solar, en el lugar de observación. Quiero aquí recordar que, para medirla se utilizaba el cuadrante.



múltiples mediciones de la altura del Sol, determinando las latitudes a partir del promedio de dichos valores.

En cuanto al cálculo de la longitud, como es conocido, supuso un problema hasta bien entrado el siglo XVIII. La necesidad de tener relojes lo suficientemente precisos dificultaba la determinación de esta coordenada. No obstante, desde que, en 1735, Harrison inventó el primer reloj capaz de mantener el ritmo e informar de la hora del meridiano de referencia sin variar por el balanceo de los barcos, los científicos comprendieron que el reloj sería el instrumento que permitiría determinar con exactitud y precisión la longitud del lugar.

Tal y como el portugués muestra en sus obras, el procedimiento seguido para determinar la longitud sería comparar el tiempo verdadero exacto en el cual se visualizaría un mismo evento astronómico desde dos puntos del globo. Por ello, el registro de observaciones simultáneas como eclipses de Sol, de Luna, y de los satélites de Júpiter, el momento en el que estos comenzaban y acababan en diversos puntos del planeta eran esenciales. Principalmente fue a partir de las observaciones de este último tipo de evento astronómico, los eclipses de los cuatro satélites de Júpiter, de los que se sirve Sanches Dorta para alcanzar su cometido (utiliza el método llamado de “*los eclipses de los satelites de Jupiter*”). Fijémonos en que, como bien había observado Galileo y a diferencia del Sol y la Luna, estos presentan un enorme número de eclipses al año<sup>29</sup>. En su órbita alrededor de Júpiter, los satélites llegan a ocultarse detrás del planeta o de su sombra, para aparecer más tarde. Son estas ocultaciones y apariciones las que definen a este tipo de eventos. Además, para dos observadores situados en diferentes posiciones sobre la superficie de la Tierra se da la simultaneidad de los mismos. De esta manera, tras realizar las observaciones, la distancia, en longitud geográfica era determinada a partir de la diferencia entre las horas, minutos y segundos a los cual se visualizaron estos fenómenos astronómicos en los diferentes lugares del globo terrestre. Es decir, la comparación del instante temporal en los que ocurría un mismo evento, visualizado desde varios puntos de la Tierra, permitiría determinar esta coordenada geográfica.

---

<sup>29</sup> En el año 1610, Galileo utilizó un nuevo anteojo para realizar sus registros. De esta manera pudo observar por primera vez tres de los ocho satelites del planeta Júpiter y descubrir que, el más proximo a Jupiter, realizaba una revolucion alrededor del planeta de forma regular y que no duraba más de dos dias terrestres (García, 2009).

En concreto, las primeras observaciones para determinar la longitud de la capital del país luso fueron las del jesuita romano Giovanni Carbone, llegado a Portugal a principios del XVIII por invitación del rey D. João V para llevar a cabo la elaboración de mapas. También, cabe aquí destacar la labor que el astrónomo francés Delisle realizó a mediados del siglo XVIII en diferentes puntos europeos, entre los cuales estaban incluidos algunos lugares de la geografía portuguesa (Carvalho, 1996a). Así, además de los ya referenciados esfuerzos individuales realizados en Portugal durante estos años, el francés inició en varias localidades portuguesas el registro de observaciones astronómicas, destinadas *a posteriori*, a la determinación de los valores de estos parámetros. En ello, se verían involucrados asiduos a Observatorios Astronómicos privados, como pudieran ser el de la Compañía de Jesús y la Congregación del Oratorio.

Progresivamente, se fue tomando consciencia de la importancia de dotar de exactitud y precisión a las observaciones. Y para ello, se precisaba una perfecta adaptación y manejo de los instrumentos. Sólo así, la comparación entre los registros obtenidos en un determinado momento y Observatorio podía ser fiable y, con ello, se podría asegurar la exactitud de los resultados obtenidos. Como ya se ha mencionado, y a continuación se analizará, Sanches Dorta realizó en la colonia lusa esta práctica ya afianzada, como hemos visto, en Europa, incluido Portugal, a principios de siglo.

#### **6.4.1.2. El cálculo de la longitud y la latitud de Río de Janeiro y São Paulo por Sanches Dorta**

Siguiendo la metodología anteriormente expuesta, las anotaciones de Sanches Dorta estarían destinadas a dar a conocer las coordenadas geográficas de las ciudades de Río de Janeiro y São Paulo. Teniendo en cuenta su objetivo, determinar con precisión la longitud y la latitud de estas ciudades, centró su interés en estudiar aquellos eventos que pudiera utilizar *a posteriori* para realizar estos cálculos. En concreto, para calcular la longitud quedaría registradas las observaciones de los eclipses de Luna y de los cuatro satélites de Júpiter que pudiera visualizar durante todos estos años. No obstante, cabe aquí indicar que el portugués no utilizó todas las observaciones de este tipo de eventos para determinar las coordenadas geográficas. Fijémonos en que, como ya se explicó,

para calcular la longitud era necesario que el mismo evento fuera visualizado desde dos puntos diferentes del globo. Posiblemente, Sanches Dorta no dispusiera de los registros de estos mismos fenómenos en otros lugares. En cuanto a la determinación de la latitud, el portugués escribiría las distancias aparentes del limbo superior del Sol y de algunas estrellas al cenit del observador.

Fijémonos en que Sanches Dorta trabajó solo para alcanzar su cometido. Nadie colaboró con él para realizar sus observaciones. No obstante, para calcular la longitud si que tuvo acceso a los datos que le eran necesario, a las observaciones que desde otro punto del globo eran realizadas. Gracias al acceso que tuvo a dichas anotaciones, Sanches Dorta pudo determinar el valor dicha coordenada. Fijémonos, no obstante, en que con casi toda probabilidad se puede afirmar que dichos registros no fueron tomados sólo para dicho fin. Es por ello por lo que se podría decir que la colaboración que existió entre estos científicos, ubicados en diferentes puntos del globo, fue casual, no intencionada.

Cabe aquí indicar que Sanches Dorta trató de determinar en varias ocasiones (y a partir de la visualización de diferentes fenómenos) las coordenadas geográficas. Este procedimiento le permitiría corroborar sus resultados previos, o corregirlos si fuera necesario.

A continuación, en las Tablas 9 y 10, son presentados los diferentes valores de la latitud y de la longitud, que Sanches Dorta quedó anotados en sus obras, de Río de Janeiro y São Paulo, respectivamente. En las gráficas se indican los eventos que el portugués observó para determinar su cometido, los años en los cuales realizó los diversos registros, y los valores finales obtenidos para cada distancia. Cabe mencionar que, en cuanto al dato de la longitud se refiere, el portugués dio sus valores tomando como referencia el observatorio desde el cual se realizaba la observación simultánea. Es decir, anotó la distancia, en longitud geográfica, que separaba a aquellos puntos del globo desde los que se anotaban los registros. Así, según el evento que fuera, el portugués indicó el valor de la longitud de la ciudad correspondiente con respecto al oeste del meridiano del observatorio de la Academia Real de las Ciencias de Lisboa, del Observatorio Real de París. Como en las tablas se puede apreciar, para mostrar los datos en las mismas, se han realizado las conversiones precisas para exhibir las longitudes con respecto al meridiano de referencia (meridiano de Greenwich). A su vez, hay que

recordar que Sanches Dorta determina a partir de un mismo evento, múltiples valores de las distancias en estudio, de cuya media aritmética extrae el valor final. Este dato último es el que en estas tablas se exhibe.

		COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE RÍO DE JANEIRO		
		EVENTO	AÑO	VALOR
RÍO DE JANEIRO	LATITUD	Distancia aparente del limbo superior del Sol al cenit, en su paso por el meridiano	1781	22° 54' 12.3''
		Distancia aparente de algunas estrellas al cenit en su paso por el meridiano	1781	22° 54' 13.5''
	LONGITUD	Eclipse de los satélites de Júpiter (Obs. Lisboa)	1781/1782	43° 20' 5''
		Eclipse de los satélites de Júpiter (Obs. París)	1781/1782	43° 26' 36''
		Eclipse de los Satélites de Júpiter (Obs. Lisboa)	1783	43° 21' 9''
		Eclipse de los satélites de Luna (Obs. Lisboa)	1785	43° 15' 23''
		Eclipse de los Satélites de Júpiter (Obs. Lisboa)	1785	43° 18' 12''

Tabla 9. Coordenadas geográficas de Río de Janeiro calculadas por Sanches Dorta.

		COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE SÃO PAULO		
		EVENTO	AÑO	VALOR
SÃO PAULO	LATITUD	Distancia aparente del limbo superior del Sol al cenit, en su paso por el meridiano	1788/1789	23° 33' 6.17'' (Media aritmética de 17 valores)
		Distancia aparente de algunas estrellas al cenit en su paso por el meridiano	1788/1789	23° 33' 14.40'' (Media aritmética de 12 valores)
	LONGITUD	Eclipse de Luna (Obs. Lisboa)	1790	46° 41' 15''

Tabla 10. Coordenadas geográficas de São Paulo calculadas por Sanches Dorta.

Lo primero que observamos es que, todos los valores de la latitud y de la longitud obtenidos a partir de las diferentes observaciones son bastante próximos entre sí. Las diversas latitudes difieren sólo unos segundos, mientras que en las longitudes, la diferencia entre unos valores y otros llega a ser de minutos. Se puede apreciar cómo en el caso de la longitud de Río de Janeiro, el valor de esta coordenada geográfica obtenido mediante la comparación entre el registro de Sanches Dorta y el del Observatorio Real de París, es el que más difiere con respecto al conjunto de datos.

Pasamos ahora a comparar las coordenadas geográficas determinadas por el portugués con los valores actuales de las mismas. Para ello debemos tener en cuenta que los datos actuales están referidos a un sistema de coordenadas geodésicas<sup>30</sup> (en este caso el WGS84) y no son, por tanto, coordenadas astronómicas. Tanto para Río de Janeiro como para São Paulo, hemos calculado la media aritmética de todas las latitudes y las longitudes registradas por el portugués, obteniendo así unas coordenadas geográficas para cada ciudad.

		DIFERENCIA ENTRE LAS COORDENADAS		
		SANCHES DORTA	ACTUALES	DIFERENCIA
RÍO DE JANEIRO	Latitud	22° 54' 12.9'' S	22° 54' 10'' S	2.9''
	Longitud	43° 20' 17'' W	43° 12' 27'' W	7' 50''
SÃO PAULO	Latitud	23° 33' 18.7'' S	23° 32' 56'' S	1' 22.7''
	Longitud	46° 41' 15'' W	46° 38' 19'' W	2' 46''

Tabla 11. Coordenadas geográficas de Río de Janeiro y São Paulo calculadas por Sanches Dorta y actuales ("S" representa el Sur, y "W" representa el Oeste).

Se aprecia que, principalmente en el valor de la longitud de Río de Janeiro, existe una discrepancia entre el registro observacional de Sanches Dorta y el actual. No obstante

<sup>30</sup> Las coordenadas geodésicas y las cartesianas tridimensionales son dos formas distintas de expresar las coordenadas espaciales de un mismo punto. Las primeras son las coordenadas astronómicas referidas a un geoide mientras que las segundas son referidas a una esfera.

hay que mencionar que las coordenadas consideradas como “actuales” son coordenadas geodésicas, por lo cual puede haberse introducido una pequeña desviación. Por otro lado, cabe aquí indicar que el portugués realizó sus observaciones desde una ubicación concreta, que no tiene por qué ser idéntico al lugar desde el que en la actualidad son registradas estas coordenadas. Estos motivos pueden influir en que las distancias registradas por el mismo, pueden presentar cierta diferencia con respecto al dato vigente.

Como ha sido reconocido, la determinación de las coordenadas geométricas de Río de Janeiro y São Paulo fue una de las tareas más importante realizadas por Sanches Dorta. Stockler (1805), Carvalho (1985) y Mourão (1987), entre otros, hacen referencia a esta importante labor desempeñada por el portugués. Tal y como en dichos trabajos se especifica, con estas mediciones pudo determinar el error existente hasta el momento en el *Roteiro Marítimo*. Además de corregir los registros existentes en esta obra, estos pudieron servir también para corregir la cartografía impresa hasta el momento, y que, erróneamente, mostraba las posiciones de ambas ciudades brasileñas. En definitiva, Sanches Dorta trató de corregir los errores inherentes a la observación, y al continuo perfeccionamiento de los métodos, motivos por los cuales el valor de estas coordenadas no quedaba fijado definitivamente. Representa un capítulo más en el esfuerzo del portugués encaminado a importar y desarrollar en Brasil los avances científicos, en este caso, astronómicos.

#### **6.4.2. Observaciones de los eclipses de Sol**

La observación de eclipses de Sol es una experiencia espectacular asociada, hasta el pasado reciente, por muchas culturas a una manifestación sobrenatural capaz de influir en la actividad humana. Estos fenómenos astronómicos han formado parte de multitud de mitos, creencias, costumbres, e incluso del arte. Podemos encontrar numerosas referencias históricas de eclipses solares en distintas épocas y culturas, ya que han sido estudiados con detenimiento desde la antigüedad más remota. A pesar de que las descripciones de los eclipses en documentos históricos son bastante simples, por las posibles confusiones o exaltaciones que podemos encontrar en los textos antiguos que

hacen referencia a este tipo de acontecimientos, uno debe ser especialmente prudente en su lectura.

Este tipo de fenómenos astronómicos se producen cuando la Luna y el Sol están en conjunción y, desde la perspectiva de la Tierra, el primer astro oculta al segundo. En la actualidad, podemos determinar las características de los eclipses que se han producido a lo largo de la historia conociendo con precisión los movimientos de la Luna, la Tierra y el Sol.

Fue a partir de la Revolución científica, cuando los instrumentos astronómicos estuvieron al alcance de muchos científicos, que se comenzaron a estudiar y registrar los eclipses de manera sistemática (Vaquero y Vázquez, 2009). Así, a lo largo del siglo XVIII se emprendieron las primeras expediciones científicas para observar fenómenos astronómicos de este tipo, aunque hasta las primeras décadas del siglo XIX no se establecieron como práctica científica común en astronomía (Barboza, 2007). En total, Sanches Dorta en sus publicaciones registra dos eclipses de Sol datados, concretamente, el 20 de febrero de 1784 (Sanches Dorta, 1799c, p. 352), y el 9 de febrero de 1785 (Sanches Dorta, 1799d, p. 376). En cuanto a la descripción que ofrece de cada uno de ellos desde un punto de vista científico, como se analizará a continuación, varía en demasía entre uno y otro.

Basándose en las teorías más modernas de la mecánica celeste y en las mejores determinaciones de los valores históricos de la diferencia entre nuestra escala de tiempo universal y la escala dinámica terrestre,  $\Delta T$ , Espenak y Meeus (2006) han publicado *Five Millenium Canon of Solar Eclipses: -1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE)*. En este catálogo, se presentan, para estos 5000 años, mapas detallados y precisos de los eclipses ocurridos en el pasado y los que se producirán hasta finales del próximo milenio. Nos permite así consultar las características generales de los dos eclipses visualizados por Sanches Dorta durante los ocho años. A continuación analizaremos cada uno de ellos de forma separada.

#### 6.4.2.1. La observación del Eclipse de Sol del 20 de febrero de 1784 por Bento Sanches Dorta

Como se puede apreciar en la Figura 20, Sanches Dorta aportó escasa información sobre el primer eclipse de Sol que pudo presenciar. Apenas se limitó a indicar la fecha y el instante en el cual comenzó el fenómeno. Aún así, también quedó vigente la posible imprecisión que pudiera ir asociada a la determinación realizada (véase la figura).

<i>Eclipse do Sol observado , antes do seu Occaso 23'</i>			
<b>Fever. 20</b>	<b>Princi- pio do Eclip- se.</b>	<b>5 51 14</b>	<b>Esta determinação não he muito exa- cta, por estar o Sol muito proximo do Horizonte.</b>

Figura 20. Anotaciones del primer eclipse de Sol observado por Sanches Dorta.

No obstante, podemos conocer las características generales del eclipse consultando los cálculos realizados por Espenak y Meeus (2006). La Figura 21 nos muestra el mapa del eclipse a escala planetaria. El principal rasgo a destacar es que se trata de un eclipse total. Así, desde una franja en la superficie de la Tierra, denominada franja de totalidad <sup>31</sup> (línea azul de la figura), la Luna cubrió totalmente el Sol pudiendo los observadores que estaban situados dentro de este cono de sombra lunar apreciar un eclipse total. Fuera de la banda de totalidad el eclipse fue parcial, ya que el disco de la Luna sólo cubrió parcialmente el disco solar. El lóbulo izquierdo comprende aquellos lugares geográficos en los que el eclipse comenzó justo al salir el Sol. Por otro lado, dentro del lóbulo derecho se encuentran los puntos en los que el inicio del eclipse se dio en la puesta de Sol. Vemos que la franja de totalidad del eclipse total comenzó en la Antártida, atravesando el Océano Pacífico Sur, el norte de Chile, Bolivia, y finalmente, Brasil.

<sup>31</sup> La línea de totalidad es una estrecha franja de no más de 200 kilómetros de ancha que señala la zona donde el cono de sombra de la Luna se proyecta sobre la superficie terrestre durante un eclipse.



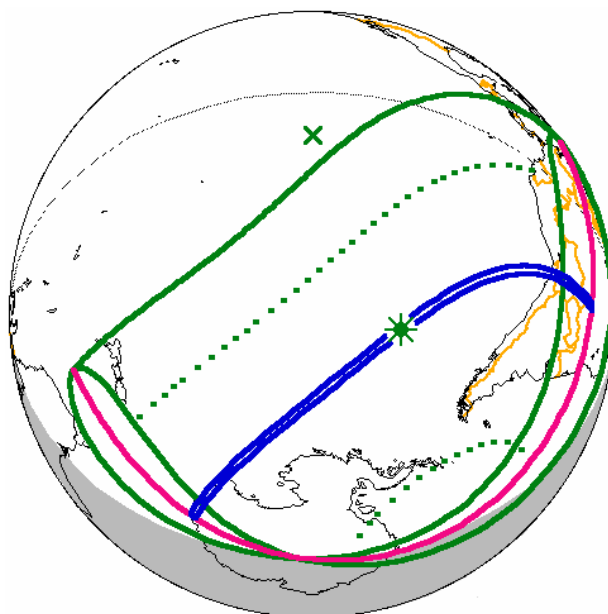


Figura 21. Mapa del eclipse de Sol del 20 de Febrero de 1784.

La Figura 22 nos permite apreciar con más claridad cómo apreció Sanches Dorta el eclipse. En ella se muestra el recorrido de la franja de totalidad por el continente sudamericano. Deducimos que los mejores lugares para observar el eclipse fueron los situados en el norte de Chile (ciudades como Tarapacá), el centro-sur de Bolivia (por ejemplo la ciudad de Santa Cruz de la Sierra), y parte del Mato Grosso de Brasil (citar a modo de ejemplo la ciudad de Cuiabá). Comprobamos así que el portugués estuvo fuera de la franja de totalidad, quedando ésta al noroeste de su ubicación. No obstante, sí que estuvo dentro de la zona de observación del eclipse (flecha rosa de la figura), de ahí a que el eclipse fuera parcial desde su posición.



Figura 22. Detalle del mapa del eclipse de Sol del 20 de febrero de 1784.

Fijémonos también en la anotación que Sanches Dorta hace acerca de las condiciones en las cuales ve el eclipse. Así, como ya fue comentado, indica que su observación podría ser poco exacta por estar el Sol muy próximo del horizonte. Este hecho concuerda con la información aportada en la Figura 21, según la cual en los puntos que están situados dentro del glóbulo derecho el inicio del eclipse se dio en la puesta de Sol, como bien indica el portugués.

Una vez hemos contemplado las circunstancias generales del fenómeno astronómico podemos pasar a mostrar las características locales del eclipse desde Río de Janeiro, lugar en el cual, como ya se comentó, se verificó como parcial. Fijémonos en que si las cuatro características más importantes del eclipse son el momento de inicio del eclipse, el del máximo del eclipse<sup>32</sup>, el momento del final del eclipse, y la magnitud del eclipse<sup>33</sup>, Sanches Dorta sólo recogió en sus obras el instante en el cual se inició del fenómeno. No obstante, podemos comparar este dato con el que Espenak y Meeus (2006) ponen a nuestra disposición. A partir del valor de las coordenadas geográficas dadas por Sanches Dorta en su obra (ver la sección previa), sabemos que su posición exacta era 22° 54' 12.9'' S para la latitud, 43° 20' 17'' O para la longitud, y 12.16 m

<sup>32</sup> Momento en el cual la Luna cubre la mayor porción del Sol.

<sup>33</sup> La magnitud del eclipse viene dada por el cociente entre el diámetro angular aparente de la Luna y el Sol durante la fase máxima del eclipse.

para la altura sobre el nivel del mar. Teniendo en cuenta estos valores y usándolos para realizar el cálculo en la página web disponible por que Espenak y Meeus (2006) (véase <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/JSEX/JSEX-SA.html>) hemos determinado las cuatro características más importantes de este eclipse concreto. Es evidente que en los cálculos de un eclipse una variación ínfima en las coordenadas del lugar de observación pueden producir también cambios en sus resultados.

En la Tabla 12 aparece el instante del inicio de la observación anotado por Sanches Dorta y el calculado por Espenak y Meeus (2006). Cabe resaltar la proximidad entre ambos valores. Fijémonos en que Sanches Dorta anota el valor del tiempo solar verdadero<sup>34</sup> (Sanches Dorta, 1799d, p. 375), mientras que Espenak y Meeus (2006) dan el tiempo solar medio<sup>35</sup>. Esto puede explicar la diferencia existente entre ambos valores, lo cual puede corregirse haciendo uso de la ecuación del tiempo.

ECLIPSE DE SOL – 20 DE FEBRERO 1784		
Instante inicio BSD	Instante inicio Espenak y Meeus (2006)	Diferencia
17:51:14	17:58:07	6:57

Tabla 12. Valor observado y calculado del inicio del eclipse del 9 de febrero de 1784.

#### **6.4.2.2. La observación del Eclipse de Sol del 9 de febrero de 1785 por Bento Sanches Dorta**

A diferencia de lo ocurrido con el primer eclipse de Sol observado por el portugués, las condiciones de visibilidad permitieron que Sanches Dorta pudiera registrar información detallada del eclipse que visualizó el día 9 de febrero de 1785. En la Figura 24 podemos ver todas las anotaciones que hizo del fenómeno. Se puede resaltar la descripción minuciosa que hace de cada uno de los acontecimientos que pudo observar. No

<sup>34</sup> El tiempo solar verdadero está basado en el día solar verdadero, el cual es el intervalo entre dos regresos sucesivos del Sol al meridiano. Se basa, pues, en la observación directa

<sup>35</sup> El tiempo solar medio está basado en un sol ficticio que viaja a una velocidad constante a lo largo del año, y es la base para definir el día solar medio. Se corresponde con el tiempo civil y se coordina mediante el Tiempo Medio de Greenwich.

obstante, desafortunadamente, las mismas condiciones meteorológicas, en este caso, la presencia de una niebla espesa, le impidió presenciar y, consecuentemente, conocer el instante inicial y final del eclipse.

Tempo verdadeiro.			
h.	m.	s.	
7	40	47	O principio do Eclipse não foi visto, por estar o Céu com huma espessa nevoa.
7	42	0	Passagem do limbo precedente do Sol ao fio vertical do oculo do Quadrante.
7	42	10	..... da 1. <sup>a</sup> ponta da Lua ao fio horizontal.
7	42	53	..... da 1. <sup>a</sup> ponta da Lua ao fio vertical.
7	47	40	..... do limbo superior do Sol ao fio horizontal.
7	48	0	Principio da Imersão de huma grande mancha do Sol.
7	48	0	Passagem do limbo seguinte da Lua ao fio vertical.
7	48	0	..... da 2. <sup>a</sup> ponta da Lua ao fio horizontal.
7	48	24	Immersão total da mancha do Sol.
7	52	0	Passagem do limbo precedente do Sol ao fio vertical.
7	52	22	..... da 1. <sup>a</sup> ponta da Lua ao horizontal.
7	53	12	..... do limbo precedente da Lua ao vertical.
7	54	31	..... do limbo inferior do Sol ao horizontal.
7	58	4	..... do limbo seguinte do Sol ao vertical.
7	58	4	..... da 2. <sup>a</sup> ponta da Lua ao vertical.
7	58	57	..... do limbo precedente do Sol ao vertical.
7	59	27	..... da 1. <sup>a</sup> ponta da Lua ao vertical.
8	0	5	..... do limbo precedente da Lua ao vertical.
8	1	30	..... do limbo superior da Lua ao horizontal.
8	1	41	..... do limbo superior do Sol ao horizontal.
8	18	12	..... do limbo precedente do Sol ao vertical.
8	18	45	..... do limbo superior da Lua ao horizontal.
8	19	0	..... da 1. <sup>a</sup> ponta da Lua ao horizontal.
8	19	35	..... da 2. <sup>a</sup> ponta da Lua ao vertical.
8	20	32	..... do limbo precedente do Sol ao vertical.
8	21	12	..... do limbo inferior do Sol ao horizontal.
8	21	25	..... do limbo precedente da Lua ao vertical.
8	23	27	..... do limbo precedente do Sol ao vertical.
8	23	47	..... do limbo inferior do Sol ao horizontal.
8	24	16	..... do limbo inferior da Lua ao horizontal.
8	24	22	..... do limbo precedente da Lua ao vertical.

Não se observou o fim do Eclipse, porque o Céu tornou a cubrir-se de nevoa espessa, como no principio.

Todos os limbos, de que observei as passagens verticaes, e horizontaes, são apparentes, porque o oculo do Quadrante inverte os objectos.

Figura 23. Descripción del eclipse de Sol del 9 de febrero de 1785 por Bento Sanches Dorta.

Al igual que el eclipse que observó el año anterior, el fenómeno astronómico del 9 de febrero de 1785 fue también un eclipse total. Nuevamente, para conocer esta y otras características del evento hemos consultado los cálculos realizados por Espenak y Meeus (2006). Para observar el mapa del eclipse a escala planetaria se muestra la Figura 25. De nuevo se resalta que los observadores que estaban situados dentro de la franja de totalidad apreciaron un eclipse total, mientras que los que estaban ubicados fuera de

dicha banda vieron un eclipse parcial. Al igual que en el caso anterior, en el lóbulo izquierdo están comprendidos aquellos lugares geográficos en los que el eclipse comenzó justo al salir el Sol, mientras que, dentro del lóbulo derecho se encuentran los puntos en los que el inicio del eclipse se dio en la puesta de Sol. Vemos que la franja de totalidad del eclipse abarca a multitud de países. Así comenzó en el Pacífico Sur, atravesando el norte de Chile (concretamente entre las ciudades de Atacama, al sur, y Antofagasta, al norte del país), el norte de Argentina, y una parte del sur de Bolivia; nuevamente vuelve a cruzar una pequeña parte del norte de Argentina, y continúa por el sur de Brasil. Desde aquí, la banda atraviesa todo el océano Atlántico hasta llegar a la zona costera africana dividida entre Guinea ecuatorial y Camerún. A partir de entonces cruza la zona noroeste de la República Centroafricana, el sur de Chad, y atraviesa Sudán por el medio del país. Finalmente, la franja de totalidad de este eclipse cruza el mar Rojo y atraviesa Arabia Saudí hasta llegar a su límite con Qatar.

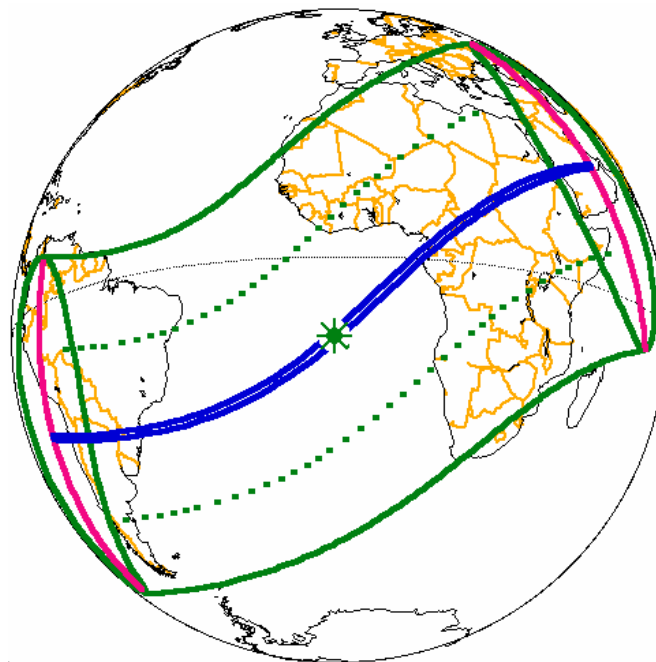


Figura 24. Mapa del eclipse de Sol del 9 de Febrero de 1785.

Nuevamente, para apreciar con mayor claridad cómo apreció Sanches Dorta el eclipse se muestra la Figura 26. Observamos en ella el recorrido de la franja de totalidad por el continente sudamericano. Esta imagen nos permite comprobar que el portugués estuvo fuera de dicha banda. Como marca la flecha rosa de la figura, Río de Janeiro está al norte de la franja. No obstante, la ciudad si que queda ubicada dentro de la zona de

observación del eclipse, de ahí a que el fenómeno fuera parcial desde el lugar de ubicación del portugués aquel día. Fijémonos en que, sin embargo, la zona costera del estado de Santa Catarina (Brasil), ubicada al sur de Río de Janeiro, sí que queda situada en la franja de totalidad.

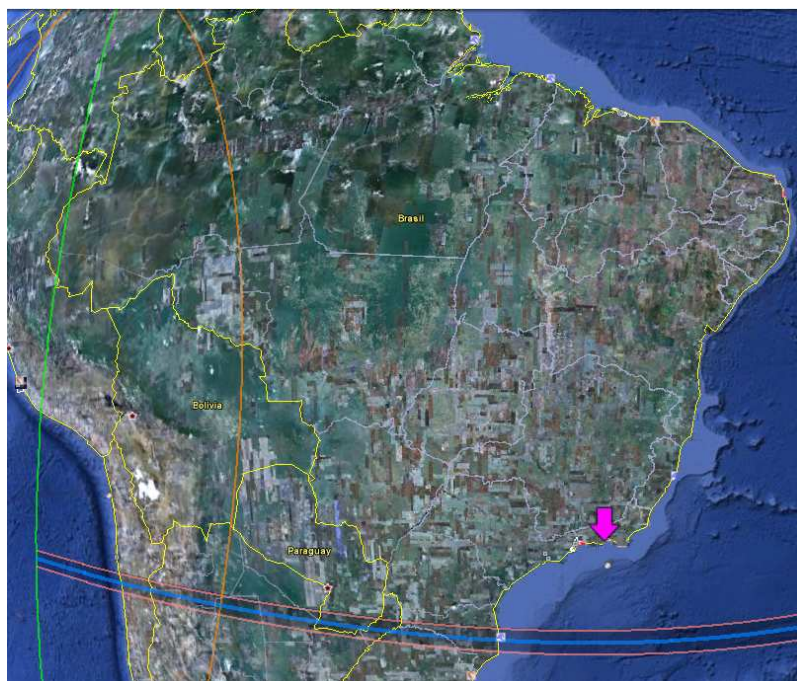


Figura 25. Detalle del mapa del eclipse de Sol del 9 de febrero de 1785.

En este caso, resulta muy complicado mostrar las características locales del eclipse desde Río de Janeiro, lugar en el cual, como ya se comentó, se verificó como parcial, a partir de los datos aportados por Sanches Dorta. Aunque, como ya fue mencionado, el portugués trató de aportar una descripción minuciosa de este fenómeno astronómico, no quedó registradas las cuatro características más importantes del eclipse. Así, debido a la niebla no pudo anotar el momento inicial y final del eclipse, así como tampoco dejó constancia de la magnitud del eclipse.

Como se comentó previamente, la recuperación de antiguas observaciones astronómicas para realizar estudios sobre cronología, variaciones en la tasa de rotación terrestre o las capas exteriores del Sol ha sido una labor habitual entre historiadores de la ciencia y científicos (Vaquero y Vázquez, 2009). En concreto, estos registros fueron utilizados por Vaquero et al. (2005). Con ellos, estudiaron la validez de las observaciones de las manchas solares anotadas por Sanches Dorta durante el eclipse, y contribuyeron en la

mejora de la base de datos que, en la actualidad, permite a los científicos reconstruir la actividad solar durante el siglo XVIII. Recordemos que este tipo de estudios, a pesar de no compartir el mismo propósito que tienen las investigaciones en historia de la ciencia, tiene gran interés para el desarrollo de la misma. Recalquemos que sólo partiendo del estudio exhaustivo de los registros se puede llegar a comprender a la perfección la ciencia del momento, y de esta manera, conocer su historia.

### **6.4.3. Observaciones de los Eclipses de Luna**

#### **6.4.3.1. Consideraciones preliminares**

Los eclipses de Luna han sido contemplados a lo largo de la historia de la humanidad. Según el gran astrónomo Ptolomeo, las primeras observaciones sistemáticas de eclipses de Luna fueron realizadas por los astrónomos babilonios. Desde entonces, de acuerdo con Aveni (1980, p. 3) *“todas las civilizaciones desarrolladas exhibieron gran reverencia por el cielo y su contenido”* y por tanto, por los fenómenos que en el cielo visualizaban.

Los eclipses de Luna ocurren cuando la Tierra se encuentra entre el Sol y la Luna (hay Luna llena) y el satélite se interna en el cono de sombra de la Tierra, la región donde los rayos solares no llegan porque son interceptados por el disco de nuestro planeta (Ruíz y Gómez, 2007). Esta sombra provocada por la Tierra está compuesta por dos componentes, una incluida en la otra. La exterior, conocida como penumbra, es una región donde la Tierra bloquea parte de los rayos del Sol que alcanzan la luna. Por otro lado, la interior llamada umbra, es la zona donde la Tierra bloquea todos los rayos directos del Sol que llegan a la Luna.

Los astrónomos reconocen tres tipos de eclipses lunares:

- Penumbrales: Aquellos en los cuales la Luna pasa a través de la zona de penumbra de la Tierra. Este tipo de fenómenos son interesantes desde un punto de vista académico porque son difíciles de observar.

- Parciales: Son los eclipses en los que una porción de la Luna pasa por la umbra de la Tierra. La visualización de este tipo de eventos por astrónomos y aficionados es sencilla.

- Totales: La Luna atraviesa la umbra de la Tierra. Son fenómenos realmente llamativo debido a que la Luna adquiere un color rojizo durante la fase total. Fijémonos en que en estos eventos el satélite es alcanzado por rayos indirectos del Sol, que previamente han pasado por la atmósfera terrestre. Esta capa de la Tierra filtra algunas longitudes de onda (sobre todo de las azules), curvando y reflejando las restantes, que son las que alcanzan la Luna.

Los eclipses de Luna suelen suceder un par de veces al año debido al ángulo existente entre las órbitas y sus cambios constantes de orientación. Por ello, dado que la órbita de la Luna está inclinada  $5^\circ$  con respecto al plano de la eclíptica<sup>36</sup>, sólo se producen este tipo de eclipses cuando el satélite se encuentre en las inmediaciones de los nodos de su órbita. Así, a diferencia de los eclipses de Sol, los eclipses de Luna pueden ser observados desde cualquier punto de la superficie de la Tierra donde la Luna se halle sobre el horizonte en ese instante.

Para estudiar los eclipses de Luna, Espenak y Meeus (2009) realizaron un estudio similar al que ya estudiamos en la sección previa sobre los Eclipses de Sol. De esta manera, han publicado la obra *Five Millenium Canon of Lunar Eclipses: -1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE)* (Espenak y Meeus, 2009). Para estos 5000 años son presentados en este catálogo mapas detallados y precisos de los eclipses lunares ocurridos en el pasado y los que se producirán hasta finales del próximo milenio. Haciendo uso de los mismos, podemos consultar las características generales de los cuatro eclipses de Luna visualizados por Sanches Dorta durante los años que realizó registros astronómicos. En la siguiente sección serán analizados estos fenómenos.

---

<sup>36</sup> El plano de la eclíptica es el plano medio en el cual la Tierra orbita alrededor del Sol.



#### **6.4.3.2. Los eclipses lunares observados por Bento Sanches Dorta**

Desde que Sanches Dorta llegó a Río de Janeiro hasta que cesó en su empeño por anotar observaciones astronómicas, registró cuatro eclipses de Luna. En sus obras, el portugués trató de describir minuciosamente el acontecer de estos fenómenos, indicando cada una de las características más relevantes de los mismos y el instante en los cuales se producían las fases del eclipse. Cabe aquí resaltar que, como vimos en la sección 6.4.1, los resultados obtenidos de esta observación le serviría en dos ocasiones para determinar la longitud de Río de Janeiro (Sanches Dorta, 1797a, pp. 340-342), en primer lugar, y, posteriormente, de São Paulo (Sanches Dorta, 1799b, p. 195), ya que éste fenómeno fue simultáneamente observado desde otros puntos geográficos de interés (Observatorio de Lisboa, y de París). No obstante, quiero aquí llamar la atención al hecho de que el portugués no registrara en sus obras más fenómenos de este tipo que tuvieron lugar aquellos años, pudiendo ser ello debido a las condiciones atmosféricas.

Sanches Dorta observó tres eclipses de Luna totales, datados con fecha de 9 de septiembre de 1783 (Sanches Dorta, 1797a, pp. 340-342), 3 de enero de 1787 (Sanches Dorta, 1812a, p.68) y 28 de abril de 1790 (Sanches Dorta, 1799a, p. 195). Además, cotempló uno parcial, ocurrido el 6 de marzo de 1784 (Sanches Dorta, 1799c, p. 352). De los que dió más detalle fueron del primer eclipse y del último (recordemos que fueron los registros de estas dos observaciones los que utilizó el portugués para determinar la longitud de las ciudades brasileñas). A excepción de los registros del eclipse parcial, en el cual Sanches Dorta se limita a indicar los momentos en los cuales ocurren los principales rasgos del eclipse, el portugués anota junto a sus observaciones las principales características meteorológicas que acompañaron a la observación. De esta forma, Sanches Dorta nos dio a conocer las condiciones de visibilidad que hubo durante el acontecer del evento astronómico.

Podemos comprender las características generales de los eclipses de luna consultando los cálculos realizados por Espenak y Meeus (2009) (<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEcat5/figure.html>). La Figura 28 nos muestra, de forma conjunta, los mapas de los cuatro eclipses a escala planetaria. Cada una de ellos está formada por dos diagramas. En la parte superior de las figuras, el camino de la Luna a través de la sombra de la umbra y la penumbra de la Tierra nos ilustra la geometría del

eclipse. Se representan así los contactos con la penumbra y la umbra (ocurren en todos los eclipses excepto en el parcial) durante el eclipse, así como el momento del máximo eclipse (la luna situada a medio trayecto). Cabe aquí indicar que el movimiento orbital de la Luna es de oeste a este (de derecha a izquierda) con respecto a las sombras. Por otro lado, en los mapas (parte inferior de cada una de las imágenes) se muestra la visibilidad de todas las fases del eclipse en las diferentes regiones geográficas. Cada una de estas fases están definidas por el instante en el cual el limbo de la luna es externamente o internamente tangencial a la umbra o la penumbra. Así, en los tres eclipses totales *P1* representa el primer contacto con la penumbra, *U1* apunta el inicio del eclipse parcial, *U2* señala el comienzo del eclipse total, *U3* indica el fin de la totalidad, *U4* representa el fin del eclipse parcial y, finalmente, *P4* señala el fin del eclipse. Fijémonos en que para el caso del eclipse parcial (Figura 28b) no existe las fases *U2* y *U3* en la imagen. En estos eclipses el limbo de la luna contacta en dos ocasiones con la umbra, *U1* y *U4*, que son los instantes en los cuales se inicia y se acaba el eclipse parcial pues como ya sabemos, no existe la totalidad. Además, la visibilidad del eclipse viene indicado por el sombreado del mapa. La zona no sombreada representa aquella en la cual el eclipse fue completamente visualizado. Por el contrario, la zona más oscura indica aquellos puntos desde los cuales el eclipse no pudo observarse. En la máxima fase del eclipse la distancia entre el centro de la Luna y el eje o el cono de sombra de la Tierra es mínima. La línea vertical que atraviesa la mitad de la zona de visibilidad indica el meridiano o la línea de longitud que la Luna atraviesa en ese momento. Un observador que estuviera posicionado en algún lugar de esta línea vería a la Luna en el punto más alto del cielo. El punto negro que hay en dicha línea indica la localización geográfica de la Luna con respecto al horizonte.

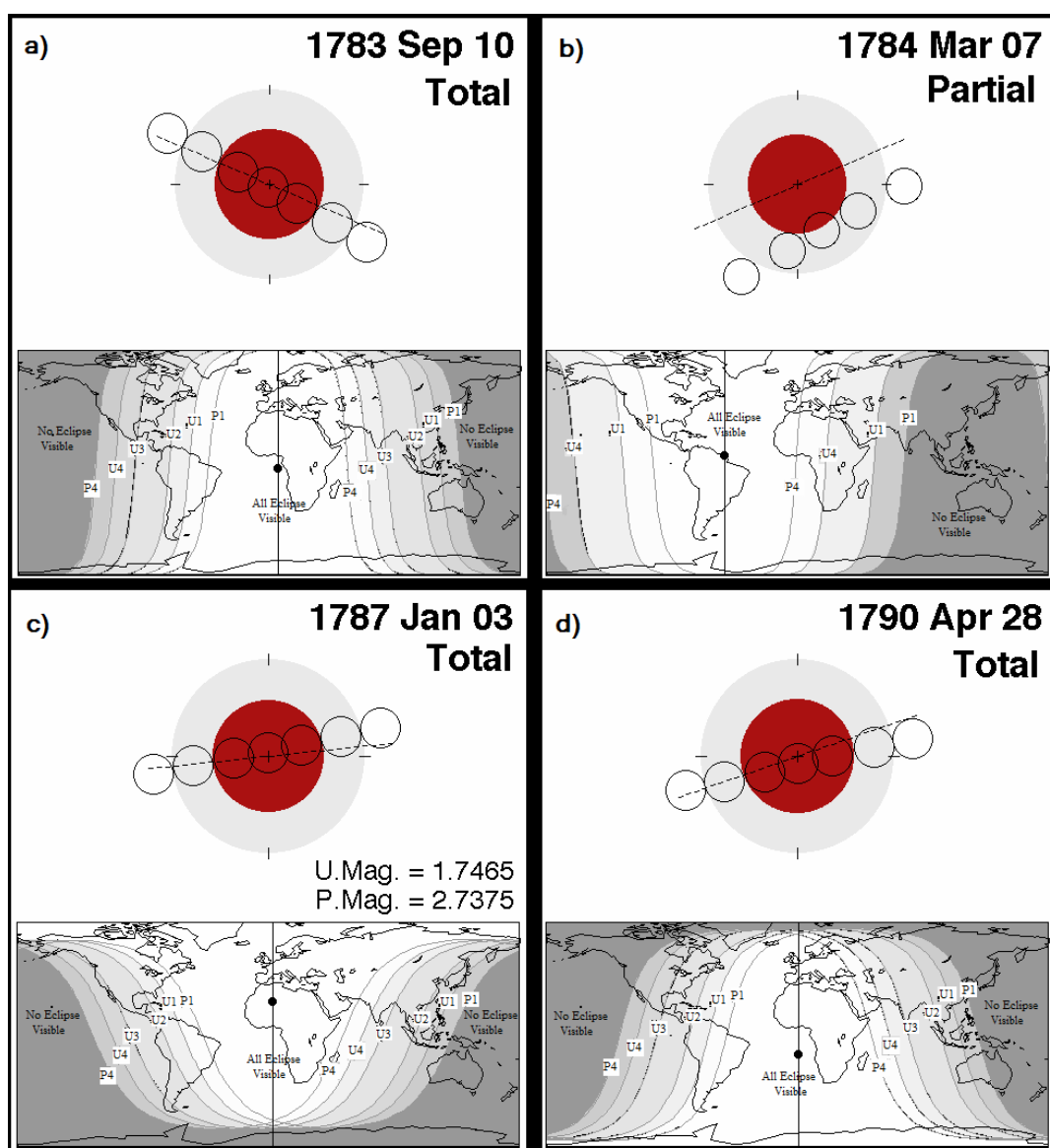


Figura 26. Información sobre los eclipses de Luna observados por Sanches Dorta: a) eclipse del 9 de septiembre de 1783; b) eclipse del 7 de marzo de 1784; c) eclipse total del 3 de enero de 1787; d) eclipse total del 28 de abril de 1790.

Si nos fijamos, los tres eclipses totales fueron prácticamente vistos desde, aproximadamente, los mismo puntos geográficos. Se observaron como eclipses totales en Africa, Europa y Asia Occidental, y la parte más oriental de Brasil. Por otro lado, se vio un eclipse parcial en el resto de América, y en Asia Oriental. El eclipse total del 10 de septiembre de 1783 y el del 28 de abril de 1790 no fueron visibles ni en el oeste de Norteamérica ni en el este de Oceanía. En cuanto al eclipse total del 3 de enero de 1787 fue observado en todo el continente americano pero no en Oceanía. El momento álgido del eclipse total del 1783 se alcanzó en un punto del océano Atlántico que se encontraba situado frente a las costas de Gabón (África), el del eclipse total del 1787 se llegó en un punto de Chad (África), y el máximo del eclipse del fenómeno del 28 de abril del año

1790 fue alcanzado también en un punto del océano Atlántico que se encontraba situado frente a las costas del sur de Angola.

Si nos fijamos ahora en el eclipse parcial, cabe indicar que, aunque fue visible desde gran parte de Europa, mitad de África y Asia, y casi toda América, probablemente generó poco interés y pasó inadvertido para muchos observadores ya que, si nos fijamos, la sombra proyectada por la Tierra fue muy pequeña. No obstante, la línea máxima del eclipse estuvo muy cerca de Río de Janeiro, a pocos grados de longitud. Por otro lado, también hay que indicar que no fue visible en gran parte de Asia Oriental y Oceanía.

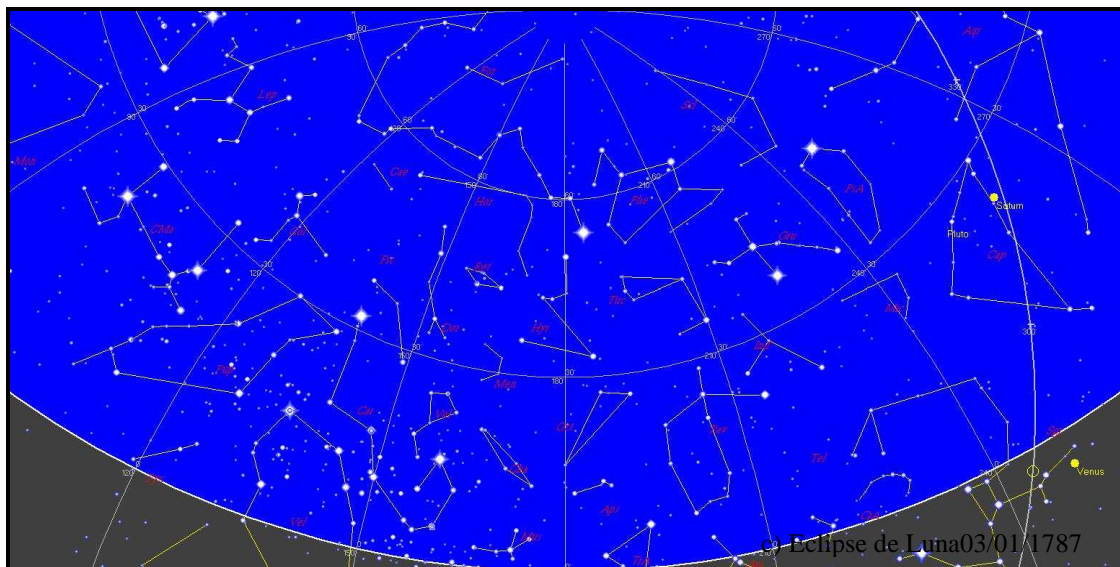
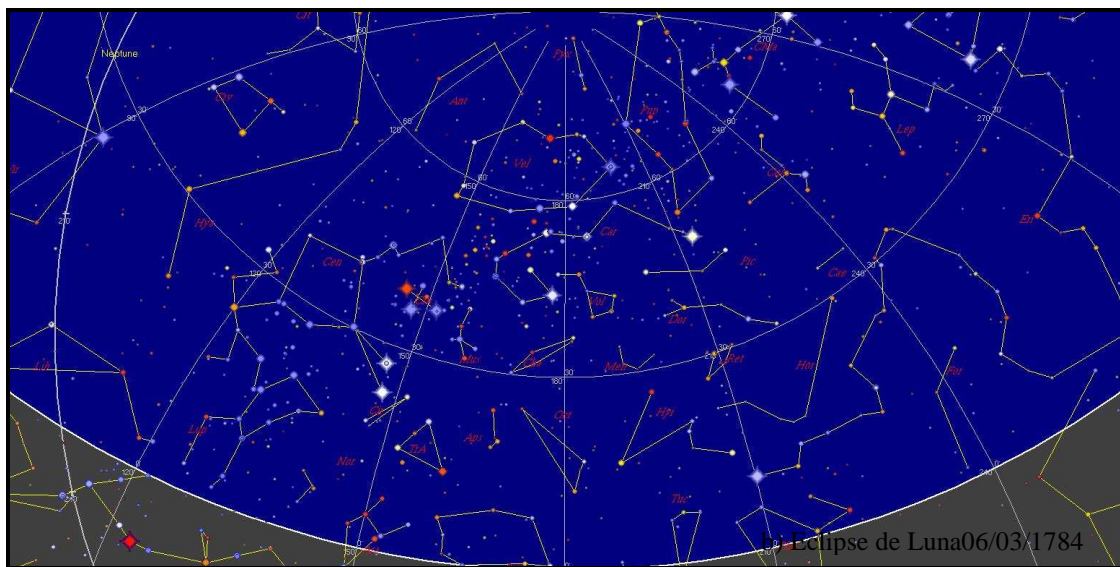
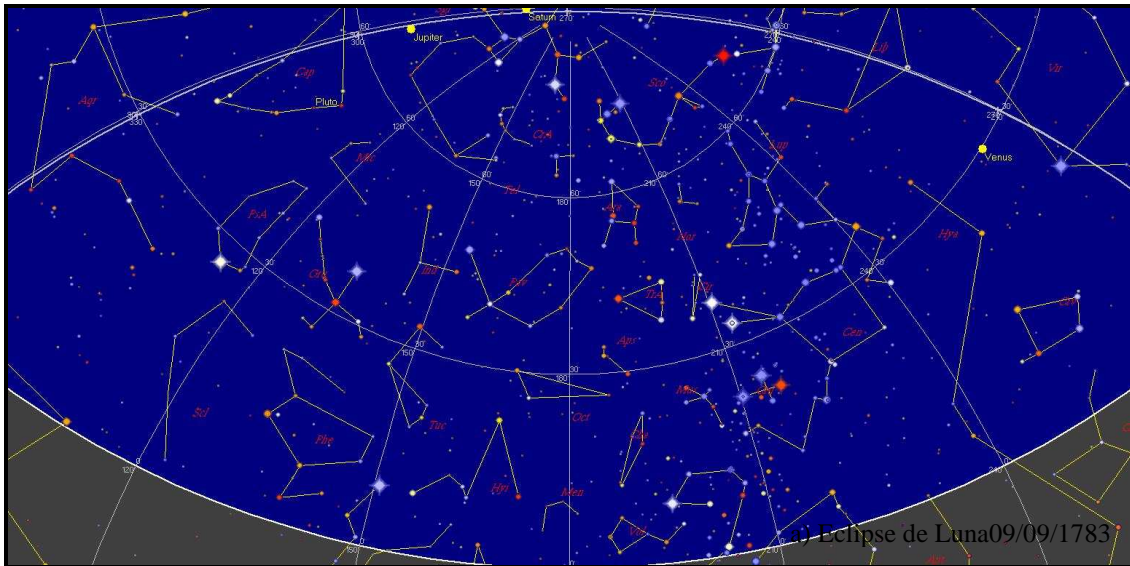
Contempladas las circunstancias generales de los eclipses de Luna observados por el portugués, el siguiente objetivo que se nos plantea es mostrar las características locales del eclipse desde Río de Janeiro. Recordemos que las principales características de estos fenómenos eran el primer contacto con la penumbra, el inicio del eclipse parcial, el comienzo del eclipse total, el fin de la totalidad, el fin del eclipse parcial y el fin del eclipse. No obstante, Sanches Dorta no anotó toda esta información de cada uno de los eclipses. Por ello, en la Tabla 14 aparecen solos los instantes de la observación anotados por Sanches Dorta (difiere según el evento en estudio) y los correspondientes calculados por Espenak y Meeus (2009). Teniendo nuevamente en cuenta el valor de las coordenadas geográficas dadas por Sanches Dorta en su obra (ver la sección previa), sabemos que su posición en Río de Janeiro era  $22^{\circ} 54' 12.9''$  S para la latitud,  $43^{\circ} 20' 17''$  O para la longitud, y 12.16 m para la altura sobre el nivel del mar, mientras que en São Paulo era  $23^{\circ} 33' 18.7''$  S y  $46^{\circ} 41' 15''$  W. Estos valores fueron usados para realizar el cálculo correspondiente en la página web disponible por que Espenak y Meeus (2009) (véase <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/JLEX/JLEX-SA.html>). De esta manera hemos determinado las características más importantes de cada uno de los eclipses lunares.

	ECLIPSES DE LUNA OBSERVADOS POR BSD		
	CARACTERÍSTICA DEL ECLIPSE	INSTANTE BSD	INSTANTE ESPENAK Y MEEUS (2009)
Eclipse de Luna 09/09/1783	Inicio del eclipse parcial	06:49:28	18:44
	Total inmersión de la Luna	07:52:58	19:43
	Principio de emersión	09:33:05	21:23
Eclipse de Luna 06/03/1784	Principio del eclipse	11:22:05	23:29
	Fin del eclipse	13:44:10	01:50
Eclipse de Luna 03/01/1787	Total inmersión de la Luna	08:05:46	20:04
	Principio emersión de la Luna	09:43:56	21:42
	Fin de la penumbra	10:45:24	22:40
Eclipse de Luna 28/04/1790	Principio del eclipse	07:04:46	19:08
	Total inmersión de la luna	08:00:59	20:05
	Principio emersión de la Luna	09:38:32	21:42
	Fin del eclipse	11:34:52*	23:39

Tabla 13. Valores observados por Sanches Dorta y calculados por Espenak y Meeus (2009) de las principales características de los cuatro eclipses de Luna vistos por el portugués. (\* Posiblemente, en este valor existe un error tipográfico o un descuido del portugués que, en lugar de escribir 11h, puso 10h, lo cual comparándolo con el dato actual, observamos que no es correcto).

Cabe resaltar la proximidad entre todos los valores. Recordemos aquí que, como fue mencionado en el apartado anterior, Sanches Dorta anotó el valor del tiempo solar verdadero (Sanches Dorta, 1799d, p. 375), mientras que Espenak y Meeus (2009) dan el tiempo solar medio. Esto puede explicar la diferencia existente entre ambos valores en un determinado factor, lo cual puede corregirse haciendo uso de la ecuación del tiempo.

A continuación, en la siguiente figura (Figura 29) se muestra cómo vio Sanches Dorta el cielo durante los eclipses.



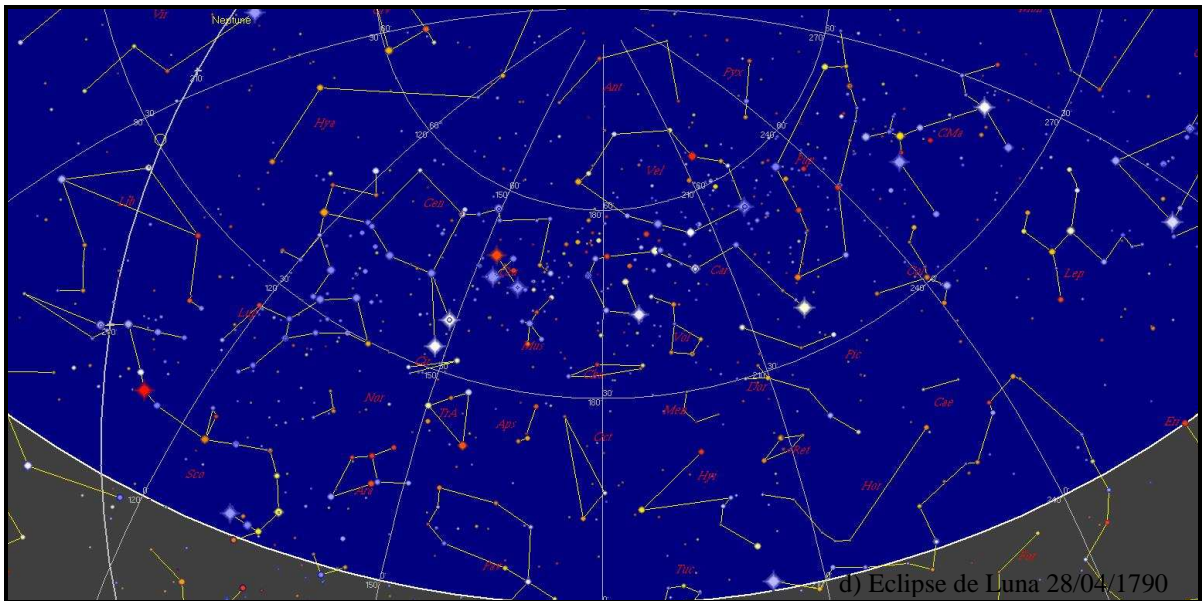


Figura 27. Posición de los astros, simulado mediante cálculo astronómico, tal y como lo vería Sanches Dorta, durante: a) el eclipse de Luna del 9 de septiembre de 1783, b) el eclipse del 6 de marzo de 1784, c) el del 3 de enero de 1787, d) el del 28 de abril de 1790.

Por último, cabe indicar que Sanches Dorta hace referencia en sus obras al color rojizo que adquiere la Luna cuando ocurren eclipses totales. Así, indica que durante la inmersión de los tres eclipses totales que pudo visualizar, el satélite parecía un “*hierro en brasa*” (Sanches Dorta, 1797b, pp. 340-342; Sanches Dorta, 1812a, p.68; Sanches Dorta, 1799a, p. 195). En cuanto a la emersión, coincide también que en todos los eclipses, la Luna estaba más oscura. Cabe mencionar que el portugués indica que durante el eclipse del 9 de septiembre de 1783 visualizó también las manchas de la Luna. Es en este eclipse que el portugués da una descripción más pormenorizada del aspecto del satélite durante el evento.

#### 6.4.4. Desaparición de los Anillos de Saturno

Como se ha venido comprobando, ya a finales del siglo XVIII los astrónomos, como Sanches Dorta, desarrollaban una labor muy importante en la determinación precisa de eventos astronómicos y de los cuerpos celestes. También era posible, gracias al desarrollo en mecánica celeste, calcular con precisión las posiciones de los planetas a largo plazo.



Saturno, el segundo planeta más grande en tamaño del Sistema Solar, era considerado, previamente a la invención del telescopio, el más lejano de los conocidos. Este planeta muestra el sistema de anillos más completo del Sistema Solar, los cuales fueron descubiertos por Galileo en el año 1610 (Martínez et al., 2005). Debido a la pésima resolución del telescopio y la baja inclinación de los mismos, el científico llegó a pensar que eran dos lunas que se encontraban a ambos lados del planeta. Tuvo que transcurrir casi un lustro hasta que, en el año 1654, Christian Huygens les diera una interpretación correcta, es decir, los identificara como anillos que giraban alrededor de Saturno.

En la actualidad sabemos que realmente hay una multitud de anillos finos que orbitan a diferentes velocidades (más rápidos los internos y más lento los que se encuentran en el exterior) (Moreno, 1998). Todos ellos están formado por partículas de principalmente hielo (entre el 90% o el 95%) o rocas, de diferentes tamaños (de centímetros hasta algunos metros), muy poco separados entre sí. En cuanto al origen de los anillos, durante mucho tiempo se ha pensado que podrían ser los restos de un antiguo satélite (Charnoz et al., 2009), cuya destrucción vino provocada por las fuerzas de marea del planeta, o por la demolición de un cometa que pasó cerca de Saturno (Dones, 1991). En la actualidad este tema sigue siendo motivo de polémica (Canup, 2010).

Desde el descubrimiento de los anillos, uno de los fenómenos más llamativos y problemáticos relacionados con los mismos fue su periódica desaparición. El mismo Galileo, en una observación que realizó poco después de descubrir lo que él consideraba “lunas” vio que esos “dos pequeños cuerpos” habían desaparecido. Dado que el eje de rotación de Saturno está inclinado  $27^\circ$ , la elipse que forman los anillos durante su movimiento alrededor del Sol, se puede llegar a ver de frente. Por ello, los anillos parecen desaparecer ante nuestra visión. Para ser más precisos, el plano en el que se encuentran los anillos intersecta con nuestro planeta, pareciendo invisibles desde la superficie terrestre. Debido a que los anillos son muy delgados, pueden de hecho ser imperceptibles cuando se observa el planeta a través de un telescopio de aficionado. Este fenómeno, conocido como el “*cruce del plano de los anillos*”, se produce periódicamente, una vez cada 14-15 años, que es cuando los anillos de Saturno, cambia su inclinación con respecto a la Tierra.



Desde que el asunto fue conocido, los científicos mostraron gran interés por registrarlos y estudiarlos. Era considerada por los astrónomos como una observación importante a la par que difícil (Mercurio Histórico y Político, 1773). De esta manera, la visualización del evento y su anotación pasó a ser una tarea común entre los interesados. Así lo demuestra por ejemplo el profesor de matemáticas de la Guardia Marina (España) Joseph Varela en la carta que le fue publicada en *Philosophical Transactions* en el año 1774. En ella describe cómo pasó de ver perfectamente los anillos de Saturno entre septiembre y octubre del año 1773 a no conseguir percibirlos. Todo ello lo explicó de manera minuciosa y detallada (Varela, 1774).

Como ya vimos Sanches Dorta puso mucho empeño en realizar anotaciones sobre el aspecto de los anillos de Saturno durante el año 1789. Fijémonos en que este es el único año que hace observaciones de este tipo. Posiblemente lo hiciera por que sabía que durante dicho año se produciría el cruce del plano de los anillos. En la siguiente imagen (Figura 30) se muestra una simulación del Sistema Solar el día 28 de agosto del año 1789. Fue este día cuando el portugués no pudo percibir los anillos de Saturno.

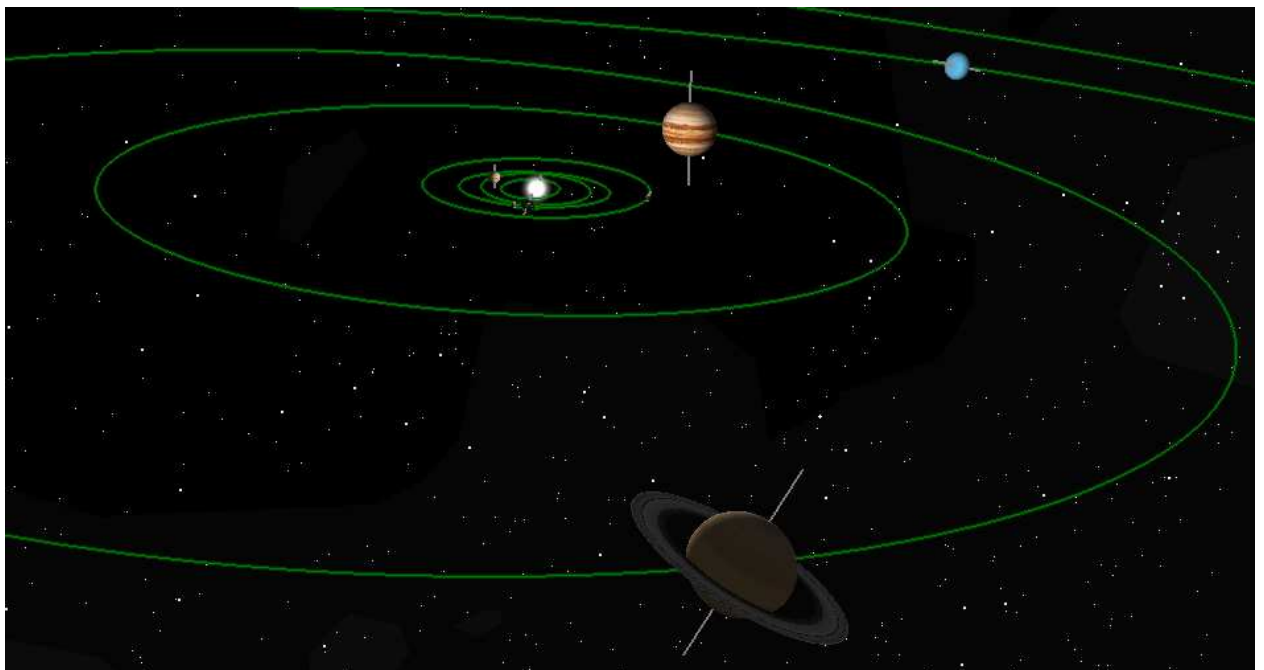


Figura 28. Simulación del Sistema Solar el día 28 de agosto de 1789.

Si imaginamos el plano ficticio en el que se encuentran los anillos en la figura (Saturno aparece en el primer plano de la imagen), se observa cómo estos pudieron intersectar con nuestro planeta (fijense en la tercera órbita alrededor del Sol). Este hecho, como ya sabemos, pudo provocar que los mismos parecieran invisibles desde la superficie terrestre.

Como ya fue comentado, Sanches Dorta, en su obra hizo referencia a los cálculos realizados por *Mr. du Sejour* acerca de la desaparición de los anillos de Saturno. Pedro Aquiles Dionis Du Sejour fue un geómetra perteneciente a la Academia de Ciencias de Paris, nacido en dicha ciudad en el año 1734. Dedicó gran parte de su tiempo, y de manera exitosa, al análisis de los fenómenos celestes publicando, entre otras obras y tratados, su trabajo titulado *Ensayo sobre las desapariciones periódicas del anillo de Saturno* en el año 1776. Fue en esta obra en las cuales expuso sus predicciones sobre la desaparición de los anillos de Saturno que pudo contemplarse durante el año 1789. No obstante, el portugués Sanches Dorta, con sus observaciones, corrigió estas predicciones. Si Mr. Du Sejour predijo que se la desaparición se produciría el día 22 de dicho mes, Sanches Dorta observó que el fenómeno sucedería 6 días más tarde. Como expuso el portugués en su obra: "*de donde infiero que la desaparición (de los anillos de Saturno) sucedió del 28 al 29 del mes, 6 días antes de la determinación dada por Mr. du Sejour en su cálculo*" [Portugués: "onde infiro, que a desapareição succedeu de 28 para 29 do mes, 6 dias antes da determinação que lhe dá Mr. du Sejour no seu calculo"] (Sanches Dorta, 1812h, pp.181).

Por último, cabe indicar que esta desaparición de los anillos fue también observada por otros científicos de la época. Cabe citar entre ellos a H. Ussher, el cual publicó en las Memorias de la Real Academia Irlandesa una obra que hacía referencia a los eventos de este tipo ocurridos durante el año 1789 (Ussher, 1789).

#### **6.4.5. Auroras australes**

Las tormentas solares o magnetosféricas originan uno de los mayores espectáculos de la Naturaleza: las auroras (Akasofu, 2007). Aunque durante mucho tiempo estuvieron

asociadas a creencias religiosas, en la actualidad sabemos que este conjunto de luces de colores que parece sobresalir del cielo, tienen lugar cuando con los polos de la magnetosfera terrestre choca una eyección de masa solar<sup>37</sup>. Las partículas que la componen colisionan con los átomos y moléculas de oxígeno y nitrógeno presentes en la atmósfera. Como consecuencia del choque, los átomos son excitados, y es la energía de desexcitación la que da lugar a esa luz visible de varios colores.

No es extraño presenciar un episodio auroral, aunque desde zonas de baja latitud, pocas auroras han sido observadas (Vaquero y Vázquez, 2009). En estas regiones, este tipo de eventos se producen tras erupciones solares masivas, asociados con enormes eyecciones de masa coronal y, por tanto, vinculados a fuertes tormentas geomagnéticas.

Durante ocho años (1781-1788), Sanches Dorta registró la observación de un enorme número de auroras australes. En total, quedó anotado la visualización de 49 fenómenos de este tipo. En la Figura 31 se muestra el número de auroras que observó cada año. Es evidente que fue el año 1786 en el que más observaciones anotó, mientras que por lo contrario, en el 1788, en el que menos.

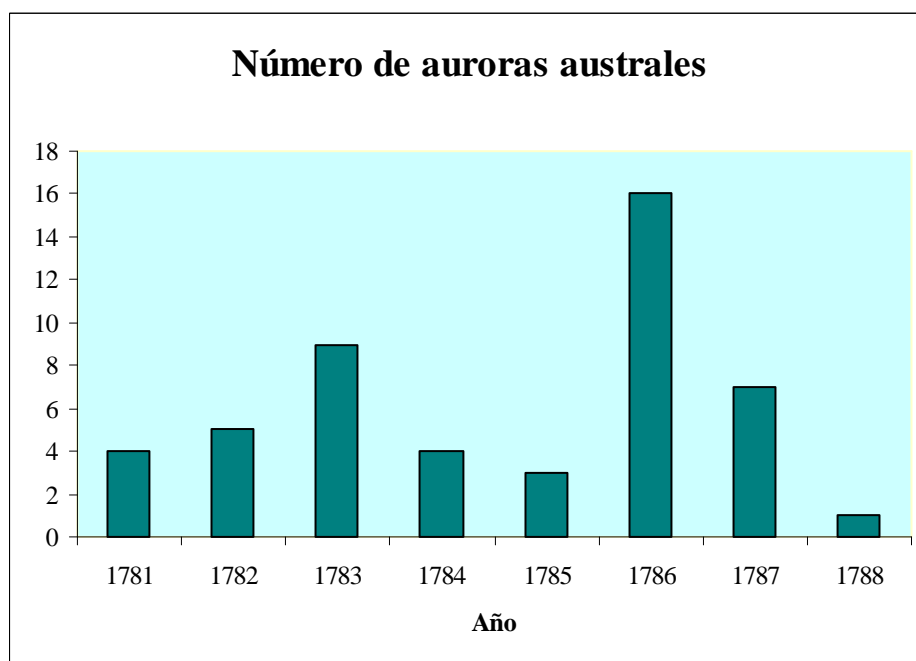


Figura 29. Número de auroras australes al año observada por Sanches Dorta desde 1781 hasta 1788.

<sup>37</sup> Las eyecciones de masa solar son enormes burbujas de gas emitidas desde el Sol durante varias horas que perturban el desarrollo del flujo del viento solar.

No obstante, los análisis que el portugués aportó en sus obras de los eventos aurorales observados fueron muy superficiales. En pocas ocasiones incluyó detalles importantes sobre los mismos. Básicamente indicó el número de auroras que vio cada año y, sólo cuando la aurora fue extremadamente brillante, Sanches Dorta lo referenció. Vaquero y Trigo (2006) realizaron un estudio exhaustivo de estos registros. Tal y como en su artículo recogen, el número de auroras registradas por Sanches Dorta fue enorme, y más si tenemos en cuenta la baja latitud geomagnética de la ciudad. Por ello los autores proponen ser cautos en el análisis de los mismos ya que deben tener en cuenta que la presencia de partículas en la atmósfera y la dispersión de los rayos que éstas pueden provocar, causan que el cielo quede también iluminado de manera diferente a la usual, motivo de posible equivocación. Por ello, se centran en estudiar aquellos episodios aurorales que fueron más destacados por el portugués, visualizados desde otros puntos del globo, y en los que hubo una variación importante de la declinación geomagnética. Debido al detallado análisis que llevaron a cabo Vaquero y Trigo (2006), considero que no es necesario analizar con más profundidad estos eventos.

## **6.5. Conclusiones sobre los registros astronómicos**

Adentrado el siglo XVIII se pudo apreciar una división de tareas entre los dedicados a la astronomía. La temprana aparición de trabajo especializado, la resolución de los problemas planteados a la mecánica celeste, y la necesidad de corroborar las soluciones propuestas para resolver las incógnitas, dio lugar a que mientras algunos, principalmente los que gozaban de un satisficado adiestramiento matemático, realizaban una labor exclusivamente de gabinetes, otros tenían como escenario únicamente los observatorios. Sanches Dorta fue uno de los astrónomos que perpetuó la tradición de mirar al cielo.

Tras llegar a Brasil, el portugués se propuso estudiar los fenómenos celestes, dedicando gran parte de su tiempo a la observación de este tipo de eventos. Como hemos podido comprobar, Sanches Dorta fue especialmente cuidadoso, meticuloso y preciso con sus registros astronómicos. Fuertemente arraigada estaba en Sanches Dorta la necesidad de

trabajar con el mayor rigor científico posible. Contó para ello con instrumentos astronómicos de muy buena calidad, contruidos por expertos artífices.

Todos sus registros y resultados quedaron plasmados en sus obras. Como hemos analizado, principalmente se centró en estudiar eclipses de Sol, Luna y de los Satélites de Júpiter. También cabe llamar la atención por las numerosas medidas que hizo de las distancias del Sol y de algunas estrellas al cenit del observador. Por otro lado, menos frecuentes fueron sus anotaciones sobre los anillos de Saturno realizadas, o al menos eso nos indican sus obras, sólo durante el año 1789.

Sanches Dorta no esclarece los motivos que le inducen a realizar estas observaciones. Es evidente que el objetivo primordial que le llevó a ello fue la determinación de las coordenadas geográficas de Río de Janeiro y São Paulo, para lo cual, como ya sabemos, la obtención de registros astronómicos era fundamental. No obstante, remitiéndonos de nuevo a todo lo analizado, se observa con claridad cómo el portugués recoge datos que no los utiliza para alcanzar este fin. Nuevamente podemos responder a esta cuestión mencionando el gusto y la devoción por la ciencia que caracterizaba a Sanches Dorta. El portugués siempre mostró una especial inclinación, cierta predilección por la astronomía, por el desarrollo de esta ciencia tan practicada desde la antigüedad.

Es importante fijarse además en que Sanches Dorta no contó con un grupo de expertos a su lado, en el cual cada uno tuviera a su cargo una responsabilidad específica; el sólo contribuyó en esta tarea integradora de matices interdisciplinarios, en el logro de sus objetivos. Sí es cierto que, como ya fue comentado, su compañero de viaje, Francisco de Oliveira Barbosa, realizó observaciones simultáneas similares. No obstante, no se percibe un acuerdo entre ambos en estas tareas. Más bien se nota cierta independencia y autonomía en su realización. Ahora bien, uno puede pensar que esto no es del todo cierto. Así, para determinar las longitudes de las ciudades Sanches Dorta precisa de la utilización de registros anotados por personas que, como él, miraban al cielo. Y estos datos, tomados desde otros puntos del globo, estuvieron a su plena disposición. Sin embargo, esto no significa que dichas observaciones fueran realizados de forma vinculante, en colaboración con las del portugués, con el fin único de que éste las usara. De hecho, suponía una práctica habitual entre los que tenían interés por este tipo de fenómenos. En definitiva, bien es cierto que en la labor científica diaria, Sanches Dorta

no contaba con ningún colaborador que le ayudara en el registro de sus observaciones. No obstante, a partir de sus obras entendemos que tiene conocimiento sobre la práctica que, tal y como él hacía, otros científicos contemporáneos realizaban y le eran útiles. Sabía además, que podía utilizarlos siempre y cuando los necesitara, aunque es descartable que éstas fueran realizadas exclusivamente para que fueran usados exclusivamente por el portugués.

Las observaciones astronómicas de Sanches Dorta sí que tuvieron repercusión en su panorama contemporáneo. Como se ha recalcado gracias a la determinación que hizo de las coordenadas geográficas de Río de Janeiro y São Paulo pudo ser subsanado el error existente en los valores que hasta entonces tenían asignadas en el *Roteiro Marítimo*. Además, es principalmente por este logro que el portugués es recordado en las pocas biografías que versan sobre él. No obstante, cabe resaltar que, como ya se ha apreciado, los estudios astronómicos del portugués abarcaron mucho más que la determinación de las coordenadas geográficas de estas dos ciudades. Además de estos cálculos, Sanches Dorta se preocupó por realizar otros registros de interés para la astronomía, pero que no fueron destacados por los científicos contemporáneos. Sin embargo, es importante resaltar que, a pesar de ello, Sanches Dorta es identificado en las obras que hacen referencia al mismo como astrónomo.

En definitiva, en esta sección se ha tratado de reconstruir y analizar las múltiples observaciones astronómicas realizadas por Sanches Dorta durante sus años en Brasil, y presentes en sus obras, demostrando nuevamente su calidad como científico. Todos estos episodios son, sin lugar a duda, de gran relevancia para la historia de la astronomía en Brasil. De esta manera, además de validar y resaltar la importante labor realizada por Sanches Dorta en este ámbito de investigación, se ha pretendido aportar una breve pero densa contribución a la reconstrucción de este campo de estudio.

## **7. Otras contribuciones científicas de Bento Sanches Dorta**

### **7.1.Otras contribuciones científicas de Bento Sanches Dorta**

Desde siempre la obtención de agua potable ha sido un problema de gran relevancia en todos los puntos del globo, y, en la actualidad, desgraciadamente lo sigue siendo en algunas regiones. En un inicio, el análisis de la potabilidad era llevado a cabo por los individuos mediante la mera observación del aspecto del agua y su sabor. Era de esta manera como llegaron a separar agua potable y no potable (Holanda, 1994).

A medida que transcurría el tiempo, la calidad del agua se convertía en asunto de interés creciente. Concretamente, en el siglo XVIII, esta problemática comenzó a adquirir una importancia relevante en el ámbito científico. Los doctores comenzaron a relacionar la existencia de serias enfermedades que dieron lugar a grandes epidemias, con el uso de agua no potable. Por ello, muchos científicos se vieron en la necesidad de investigar la manera de poder realizar análisis químicos de agua y de elaborar filtros para su purificación. Ambos, la forma en la cual se obtenía el agua y las condiciones químicas que éstas tenían, eran serios problemas de estudio. Concretamente, a finales del siglo XVIII y principios del siguiente, en São Paulo este tema se convirtió en motivo de gran interés (Bellingieri, 2004). De acuerdo con Taunay (1956) en esa ciudad, la primera referencia de la que se tiene constancia sobre el suministro de agua potable fue en 1744.

En este contexto, en el año 1797 Sanches Dorta realizó el primer análisis de agua (Taunay, 1956). El gobernador de la capitanía de São Paulo, Bernardo José de Lorena, el quinto conde de Sarzedas, le pidió al portugués que realizara esta labor (Marqués dos Santos, 2005). Los estudios de Sanches Dorta se convirtieron así en el primer intento por realizar una clasificación de la calidad, las infecciones, y la potabilidad del agua. No obstante, cabe aquí destacar que, desde una perspectiva higiénica, las cualidades del agua que el portugués analizó no fueron muy importantes. Sus estudios estuvieron básicamente destinados a estudiar el color y sabor del agua, y a dar a conocer si se podía hacer uso del agua de un lugar para lavar ropa.

En total, Sanches Dorta analizó el agua de doce fuentes, siendo los resultados de sus estudios los siguientes:



- El agua de la Ribera del Ipiranga [Ribeirão do Ipiranga] no podía usarse para beber. Sanches Dorta encontró en esta agua la presencia de “gas mefítico” (con olor putrefacto).
- El agua de la fuente de Gaia era terrible: su consumo podía dar lugar a la aparición de enfermedades gastrointestinales.
- El agua de la fuente de Guaçu era tan mala como la de Gaia. Sin embargo, el agua que esta contenía tenía menos cantidad de hierro que la anterior.
- El agua del río Tamanduateí era muy ácida, tenía un extraño olor y sabor. Era inapropiada para ser usada en el lavado de ropa (Correio Paulistano, 24 de agosto 1864).
- En cuanto al agua de las restantes fuente o ríos que el portugués analizó, como la de las fuentes de Santa Luzia, Piques, o São Francisco, eran apropiadas para el consumo de los habitantes del lugar. De entre todas ellas, de acuerdo a los estudios del portugués, el agua de la fuente de Santa Luzia era la mejor, por ser la más pura y clara de todas.
- Además, fueron analizadas el agua de fuentes como Lorena (largo da Misericordia), "Quinta do Doutor Miguel Carlos", "Quinta do Defunto Francisco José Machado", "Quinta do Mestre de Campo Francisco Xabier dos Santos" y "Cabo d'esquadra Francisco Correa".

En la siguiente figura (Figura 32) se encuentra señaladas las localizaciones geográficas de algunas de las fuentes y ríos analizados por el portugués.

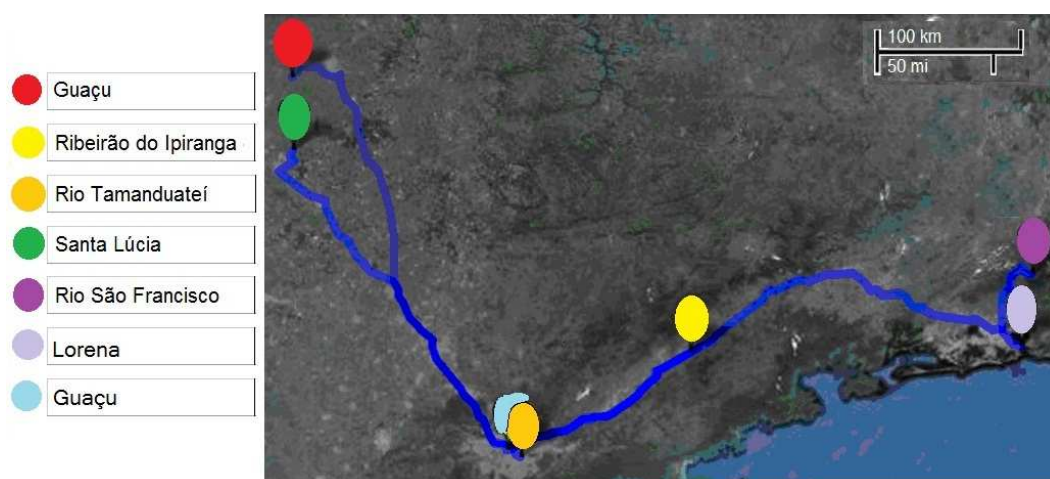


Figura 30. Localización de algunas fuentes y ríos cuyas aguas fueron analizadas por Sanches Dorta.

Es importante mencionar que, en muchas ocasiones, los resultados obtenidos de los análisis estaban condicionados por otros asuntos, principalmente religiosos. A modo de ejemplo, cabe indicar que el agua de la fuente de Santa Luzia estaba asociada a connotaciones religiosas (recordemos que, según los resultados del portugués, el agua de esta fuente era la mejor de todas las analizadas). Por otro lado, quiero aquí resaltar que la mayoría de estos resultados cayeron en el olvido. Debido a la terrible calidad del agua y a las pésimas conclusiones que sobre ellas portugués obtuvo, sus resultados fueron escasamente tenidos en cuenta, incluso olvidados (Vilar y Fonseca, 2004).

Para concluir, me gustaría recalcar que no tenemos información de primera mano sobre el asunto. Toda la documentación que hemos conseguido acerca de la labor de Sanches Dorta como químico proviene de fuentes secundarias. Es más, estos escritos son, dentro de lo que cabe, recientes. Ningún científico contemporáneo al portugués destacó esta actividad realizada por el mismo. No obstante, es también importante realzar que, si bien esta labor no fue considerada en el pasado (posiblemente por el motivo que se explicó anteriormente, es decir, los pésimos resultados que el portugués había obtenido), existen bastantes escritos al respecto. A modo de ejemplo, pueden aquí citarse Sant'Anna (1939), Taunay (1956), Gaspar (1970), Montello (1972), De Castro (1977), Holanda (1994), Bellingieri (2004), Vilar y Fonseca F. (2004), Bernuzzi (2007), y, por último, Godoy y Salgado (2010). En todos ellos se menciona, con mayor o menor profundidad, la actividad química desarrollada por Sanches Dorta.

## **8. Conclusiones finales**

## 8. Conclusiones finales

En el pasado, las negociaciones entre las Cortes portuguesas y españolas para el establecimiento de la frontera meridional de Brasil fueron largas y laboriosas. En los últimos años de la década de los setenta del siglo XVIII se llegaron a acuerdos que permitieron llevar a cabo de forma pacífica esta empresa. De esta manera, los gobiernos de ambas naciones se vieron obligados a enviar a América del Sur un conjunto de personas conocedores en el tema que permitieran definir correctamente esta frontera. Fue por ello que el astrónomo y geógrafo portugués Bento Sanches Dorta, formado en la Universidad de Coimbra con condición de discípulo voluntario y de manera autónoma, fue enviado a Brasil en el año 1781, donde llevó a cabo una intensa actividad científica.

A lo largo de este trabajo se ha tratado de trazar un recorrido que nos permita en primer lugar conocer en profundidad, y con ello entender la labor que este portugués realizó en la metrópolis portuguesa. Por ello, se comenzó por realizar una descripción del contexto histórico en el cual estaba sumergido el científico; continuamos investigando su propia biografía; se trató de sacar a la luz sus producciones; y, por último, fueron analizados sus registros y contribuciones científicas. Quiero aquí indicar que esta curiosidad por la trayectoria y las obras de Sanches Dorta comenzó hace justamente un año. Traté de centrarme entonces en analizar los registros meteorológicos que, como hemos analizado, el portugués había publicado en sus obras. No obstante, aún quedaban muchos aspectos por averiguar sobre el mismo: indagar en su trayectoria vital, en el contexto en el que desarrolló su labor; buscar y compilar sus obras, tanto las conocidas como las desconocidas hasta el momento; analizar su práctica astronómica; profundizar de manera pormenorizada otras actividades científicas realizadas por el portugués... Eran numerosos los ámbitos que quedaban por estudiar al respecto. De esta manera, comenzó la elaboración de este trabajo.

El estudio de las obras y las actividades científicas de Sanches Dorta, de acuerdo con la metodología seguida para el desarrollo del trabajo, no sólo tuvo como objetivo rescatar la trayectoria de un científico olvidado casi plenamente por la Historia. Además de ello, eje principal de la tesis, su obra fue analizada teniendo presente el contexto en el que estuvo sumergido, la época en la que desarrolló su actividad. Es por ello que, se podría

decir que con este trabajo se ha contribuido al desarrollo de la historiografía de la ciencia.

Como hemos percibido, las investigaciones de Sanches Dorta y los textos que éste escribió fueron producidos en un contexto especialmente complejo en lo referente a las relaciones entre Brasil y Portugal. Dada la influencia de la Revolución Industrial y la consecuente crisis general del Antiguo Régimen, la realización de profundos reajustes se convirtió en una tarea necesaria. En concreto en Portugal, todos ellos debían encaminarse a combatir el retraso económico que distanciaba al país de la situación europea, tarea fundamental si quería conservar su imperio colonial, y en especial, Brasil. En Europa, el espíritu Ilustrado se materializó dando lugar a una época de progreso de los conocimientos racionales y de perfeccionamiento de las técnicas de la ciencia. Durante la segunda sección de este trabajo hemos analizado básicamente cómo se concretó este movimiento en Portugal, qué repercusiones tuvo sobre el país y sobre su colonia. Hemos tratado de entender la compleja situación científica en la que estaba sumergido el país luso en la época, y, en consecuencia, también la metrópolis portuguesa. Se ha atendido en especial a aquellos acontecimientos que tuvieron repercusiones importantes en el desarrollo científico de Sanches Dorta como fue la reforma de la Universidad de Coimbra, el ensalzamiento de la razón y de nuevos métodos de hacer ciencia. Y para ello, han sido estudiada las diferentes vertientes historiográficas existentes al respecto. De esta manera, hemos comprobado cómo, desde un punto de vista historiográfico, las explicaciones acerca del desarrollo científico de la América colonial han estado muy distorsionadas hasta el período reciente, cuando se han comenzado a realizar enormes esfuerzos para reflejar otra postura al respecto. Por otro lado, también han surgido diferentes perspectivas para analizar el desarrollo científico que se dio en Portugal desde principios del siglo XVIII. Todas las explicaciones y visiones de lo ocurrido han estado condicionadas por la acción de un personaje bastante influyente, el conocido como Marqués de Pombal, entorno al cual y a sus acciones han surgido muchas voces discrepantes. Así, con el objetivo de tener una visión global lo más objetiva precisa, hemos tratado de contemplar y compilar todo tipo de análisis y opiniones históricas.

Importante fue también tratar de indagar en la vida del científico, de conocer los aspectos más importantes de la misma que nos dieran pistas para comprender su

actividad, su interés por la ciencia, su trabajo. Observamos en primer lugar, cómo los datos biográficos existentes eran ínfimos limitándose a mencionar su lugar de nacimiento, dónde inició su formación, el posterior espacio en el que practicó su trabajo científico, los cargos que desempeñó, sus relaciones con científicos contemporáneos, etc. No obstante, todos ellos nos ayudaron en la elaboración de este trabajo por las repercusiones que como factores extra-científicos pudieron tener en sus trabajos, en sus actividades y en sus obras. Quedamos satisfechos por ello pues de alguna manera se ha recopilado toda la información biográfica encontrada del autor, mejorando la existente hasta el momento, caracterizada por su limitación y escasez.

El trabajo a su vez contribuye en la búsqueda, el reconocimiento y análisis de las obras de Sanches Dorta. Toda esta documentación bibliográfica se encuentra depositada en archivos principalmente portugueses, de entre los cuales, algunas de ellas fueron inéditas o poco estudiadas desde un punto bibliográfico. Se ha hecho pues una búsqueda en aquellas bibliotecas portuguesas que pudieran contener documentos del autor. A partir de ellos, se trató de presentar y organizar, dotar de coherencia, sentido a este material. Sus creaciones fueron estudiadas en esta investigación tanto en su aspecto descriptivo como en el conceptual, es decir, en forma y en contenido. Inicialmente se trató de hacer un breve resumen sobre las mismas, sobre su estado y argumento, para pasar a estudiar su contenido de carácter científico en profundidad. De esta forma se trató de construir una imagen global y completa de las obras del portugués, un análisis minucioso y detallado a partir del cual extraer conclusiones relevantes acerca de su forma de hacer ciencia. La potencialidad de estas fuentes ultrapasan los propósitos inmediatos para los cuales fueron creados, reconociendo, en pleno siglo XXI, el enorme valor que estos escritos del siglo XVIII. Este tipo de obras, tal y como Domingues (2009) las define, son herramientas de gran validez para la enseñanza y la mejora de la Historia de la Ciencia.

Se ha comprobado cómo el rigor científico caracteriza a las creaciones del portugués, cómo en ellas se limita a realizar una mera descripción de los fenómenos que observaba, vinculándolos, en algunos casos, con las ideas científicas predominante sobre ello. Hemos percibido cómo Sanches Dorta realizaba la labor de observador simple, relatando sus anotaciones y registros. El autor se excluía tanto en cuanto podía de la descripción que aportaba, siendo ésta sumamente objetiva; trataba de distanciarse del

objeto que era descrito, evitaba darle cualquier matiz de subjetividad. Así, se puede afirmar que sus obras se caracterizan por su sistematización, su orden, por ser lo más exhaustas posible desde una perspectiva científica.

También ha sido estudiada con minuciosidad la actividad científica de Sanches Dorta, principalmente aquellos ámbitos en los cuales puso más empeño: la astronomía y la meteorología. A partir de los registros tanto meteorológicos como astronómicos que el portugués quedó vigente en sus obras, se ha tratado, y se ha logrado, corroborar la calidad de las observaciones obtenidas por este portugués, la validez de su trabajo como científico. Además, mientras estos datos eran analizados en profundidad, de manera simultánea e inconsciente, se ha evaluado la labor y el esfuerzo realizado por Sanches Dorta, hemos comprobado la autenticidad de sus datos. Hemos así demostrado la gran actualización científica del portugués, el manejo especializado de los conocimientos actualizados en su época. Así mismo, se ha puesto en evidencia el carácter utilitarista de la práctica científica de Sanches Dorta. Toda actividad tenía asociado un fin, un uso, un provecho. Los registros acababan siendo realizados para sacar beneficio de ellos. Incluso de las observaciones meteorológicas, cuya utilidad era entonces desconocida, Sanches Dorta sabía que podrían llegar a ser relevantes y prácticas en un futuro no muy lejano. El portugués, con su forma de hacer ciencia, se convierte en un reflejo de los principios ilustrados, en personaje a partir del cual podemos deducir cuáles fueron los ideales de este movimiento. La reflexión profunda acerca de sus trabajos nos indican el valor que para el mismo tenía la ciencia empirista, cuantitativa, útil, y por tanto la observación y la razón. No concebía una rama del conocimiento que no estuviera asociada a la obtención directa de registros de la naturaleza a los cuales le eran asociados un número, un valor. Percepción y matemáticas eran inseparables. Y a la par, sólo era estudiado aquello que tuviera alguna utilidad, algún uso, del cual se sacara provecho, o se pudiera obtener algún beneficio. Todos estos principios son propios de los ideales Ilustrados. Sanches Dorta se convierte pues en una figura a partir de la cual podemos conocer y profundizar en los rasgos que caracterizaban a los científicos de la Ilustración, a la misma ciencia del período.

Por otro lado, el análisis de los registros del científico Sanches Dorta ha servido para comprobar que en la América portuguesa existía práctica científica, para falsar la idea extendida por la historiografía existente según la cual en la otra región del Atlántico

existió un vacío científico en el período comprendido entre finales del siglo XVIII y principio del XIX. Con ellas hemos podido comprender y visualizar, tal y como esta práctica era ejecutada por el Ilustrado colonial, su actividad científica, la concepción de ciencia que tenía, su postura metodológica, su afinidad con respecto a las teorías modernas. No obstante, hemos podido apreciar también como en Brasil, las tareas científicas demoraron bastante tiempo en despertar cierto interés en la población. La escala de valores a nivel científico colocaba en primer lugar a otros asuntos, “*valorando así una educación intelectual, que le daba mayor importancia, que resaltaba las humanidades latinas*” (Cardoso et al., 1985, p. 16). Es por ello por lo que la curiosidad científica aún no había penetrado, calado completamente en ese paisaje, y posiblemente por ello por lo que las labores realizadas por unos pocos, quedarían limitadas a eso mismo precisamente: un restringido campo de influencia. Debería transcurrir aún tiempo para que esos límites virtuales fueran sobrepasados.

La ciencia es una actividad que siendo practicada en un contexto determinado, interacciona con el mismo. No obstante, hemos apreciado también como, en este caso, esta influencia no fue recíproca. Una vez las ideas Ilustradas habían calado de lleno sobre el portugués, dio eco de ello aunque, posiblemente, inconscientemente con su actividad diaria. Sin embargo, su práctica, su ciencia, no resultó tener tal efecto sobre el público directo, como podrían ser los compañeros de actividad, o indirecto, aquellos colonos o colonizados que, pudiendo leer sus obras, teniendo presente sus observaciones astronómicas o meteorológicas no se percataron de la importancia que se les podía atribuir. También hemos apreciado como no precisó, requirió o pidió la colaboración de otros científicos para la ejecución de sus actividades. No tuvo colaboradores con los cuales, de manera conjunta trabajara. Él sólo se sirvió para obtener y anotar sus registros.

Llegar al final de un trabajo, irónicamente nos lleva a preguntarnos y, a la par, recordarnos, cuáles eran los motivos que nos habían llevado a él. Stockler (1805) escribía en su obra, y con mucha razón:

*“Tiempo pasará en que hombres de genio, comparando largas series de observaciones meteorológicas, descubrirán leyes tal vez simplísimas, las cuales combinadas con las leyes de la naturaleza ya conocidas, hagan los pronósticos de*



*las alteraciones futuras de la atmósfera tan seguros como los de los Eclipses de los Astros, y de todas la afecciones de sus movimientos reales y aparentes. Entonces desearán observaciones remotas de fenómenos físicos, como hoy se desean observaciones antiguas de fenómenos celestes; y el nombre del Señor Bento Sanches, autor de la primera serie considerable de observaciones de este género hechas desde la zona más baja del Trópico en el Hemisferio Austral, será como los otros primeros y exactos observadores de la Naturaleza, consignado en los Fastos de la Meteorología, como los de Hyparco, Arystillo y Thimocharis en los Fastos de la Astronomía”. (Stockler, 1805, p. 297)*

El tiempo ha pasado, y efectivamente, ya era hora de que se reconociera la labor de Sanches Dorta, y no sólo como meteorólogo o astrónomo, si no como hombre de ciencias, como Ilustrado. Espero que este trabajo haya contribuido para que este deseo del pasado se cumpla en el presente.

## Referencias

- Abrahamson J., Dinniss J., Ball lightning caused by oxidation of nanoparticle networks from normal lightning strikes on soil, *Nature*, 403 (2000), pp. 519–521.
- Akasofu S.I., *Exploring the Secrets of the Aurora*, (Netherland: Kluwer Academic Publishers, 2007).
- D´Almeida Ramos D., Memoria sobre hum phenomeno raro na preparação do Alkalino mineral abservado no presente anno lectivo de 1782 e para 1783, *Collecção de Memorias Fisicas, e Economicas offerecidas a Academia Real das Sciencias de Lisboa que não poderão entrar nas Collecçoens impressas*, 1 (1782), pps. 27-30.
- Amodio E., Las furias del temblor. Análisis comparativo de dos sismos históricos: Quito, febrero 1797 y Cumaná, diciembre 1797, *Revista Geográfica Venezolana*, N° especial (2005), pp. 191-141.
- Araújo A., *O Marquês de Pombal e a Universidade*, (Coimbra: Impresa da Universidade, 2000).
- Arruda P., “As reformas pombalinas na Universidade de Coimbra: algumas considerações”, *IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE*, (Curitiba: 2009).
- Atahide J., Discurso em que se mostra o fim para que foi estabelecida a Sociedade do Rio de Janeiro...”, *Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro*, 45 (1882), pp. 69-76.
- Auer I., “Long climatic series from Austria”, *History and Climate: Memories of the Future?*, in P. Jones et al. Eds., (New York: Kluwer Academic Press, 2001), pp. 125-151.
- Aveni A.F., *Skywatchers of Ancient Mexico*, (Austin: University of Texas Press, 1980).
- Azeredo J.M., O Modelo Pombalino de Colonização da Amazônia, *Revista de História da Sociedade e da Cultura*, 3 (2003), pp. 155-193.
- Azevedo F., *A cultura brasileira (introdução ao estudo da cultura no Brasil)*, (Rio de Janeiro: IBGE, 1943).
- Azevedo F., *As ciências no Brasil*, 2 (1945), (Rio de Janeiro: URFJ).
- Barboza C., A observação de eclipses totais de Sol no Brasil, *Com Ciência – Revista eletrônico de jornalismo científico*, (2007).
- Baumer F., *O Pensamento Europeu Moderno*, 1, (Lisboa: Edições 70, 1977).
- Bellingieri J. C., Água de beber: a filtração doméstica e a difusão do filtro de água em São Paulo, *Anais do Museu Paulista*, 12 (1994), pp. 161-192.
- Bernuzzi D., *Cidade das águas: usos de rios, córregos, bicas e chafarizes em São Paulo*, (São Paulo: Ed. Senec São Paulo, 2007).
- Bonell M., Hufschmidt M., Gladwell J., *Hydrology and water management in the humid tropics, Hydrological research issues and strategies for water management*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1993).
- Brazdil R., Pfister C., Wanner H., von Storch H. and Luterbacher J., Historical climatology in Europe – the state of the art, *Climatic Change*, 70 (2005), pp. 363–430.
- Brewster D., Jameson R., *The Edinburgh philosophical journal*, 4, (Edimburg: Archibald constable and company, 1821).
- Brigola J., *Coleções, gabinetes e museus em Portugal no século XVIII*, (Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003).
- Bychkov V. L., Polymer-composite ball lightning, *Philos. Trans. R. Soc. London A*, 360 (2002), pp. 37–60.

- Calazans F., Ilustração e Revolução em Portugal e na América Portuguesa, *Estudos em Homenagem a Luís António de Oliveira Ramos*, (2004), pp. 521-526.
- Camenietzki C., O cometa, o pregador e o cientista: Antonio Vieira e Valentim Stansel observam o céu da Bahia no século XVII, *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 14 (1995).
- Canup R., Origin of Saturn's rings and inner moons by mass removal from a lost Titan-sized satellite, *Nature*, 468 (2010), pp. 926-943.
- Cardoso W., A Academia Científica do Rio de Janeiro, *Ciência e Cultura (SBPC)*, 24 (1972), pp. 30-31.
- Cardoso W., Novais F., D'Ambrósio U., Para uma história das ciências no Brasil colonial, *Revista da SBHC*, 1 (1985), pp. 13-17.
- Carolino L., A ciência e os topoi retóricos em António Vieira: um caso de difusão cultural em Portugal e no Brasil durante o século XVII, *Revista da SBHC*, 18 (1997), pp. 55-72.
- Carvalho L., *As reformas pombalinas da instrução pública*, (São Paulo: Saraiva/Edit. Universidade de São Paulo, 1978a), p. 27.
- Carvalho R., *História do Gabinete de Física da Universidade de Coimbra*, (Coimbra: Gráfica de Coimbra, 1978b).
- Carvalho R., "As Ciências Exactas no Tempo de Pombal", *Como Interpretar Pombal no Bicentenário da sua Morte*, (Lisboa: Brotéria, 1983).
- Carvalho R., *A Astronomia em Portugal no Século XVIII*, (Lisboa: Instituto de Lingua e Cultura portuguesa, 1985).
- Carvalho R., *História do Ensino em Portugal: desde a fundação da nacionalidade até o fim do regime de Salazar-Caetano*, (Lisboa: Fund. Calouste Gulbenkian, 1986).
- Carvalho R., "As requisições de instrumentos matemáticos dirigidas de Lisboa a João Jacinto de Magalhães", *Actividades Científicas em Portugal no Século XVIII*, (Évora: Universidade de Évora, 1996a), pp. 129 – 173.
- Carvalho R., "As interpretações dadas na época, às causas do terremoto do 1 de Novembro de 1755", *Actividades Científicas em Portugal no Século XVIII*, (Évora: Universidade de Évora, 1996b), pp. 37-66.
- Carvalho M., "A Universidade e a sociedade portuguesa na 2ª metade do século XVIII", *O Marquês do Pombal e a Universidade*, (Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2000).
- Cascudo L., *Antologia do folclore brasileiro*, (São Paulo: Livraria Martins Ed., 1971), p. 39.
- Cassedy J., Meteorology and Medicine in Colonial America: Beginnings of the Experimental Approach, *Journal of History of Medicine*, 24 (1969), pp. 193-204.
- Cassier E., *Filosofia do Iluminismo*, (Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, 1994).
- Charnoz S., Morbidelli A., Dones L., Salmon J., Did Saturno 's rings form during of Late Heavy Bombardment?, *Icarus*, 199 (2009), pp. 413-418
- Chartier R., *A história cultural: entre práticas e representações*, (Lisboa/RJ: Difel/Bertrand, 1990).
- Chenoweth M., Vaquero J.M., García-Herrera R., Wheeler D., A Pioneer in Tropical Meteorology: William Sharpe's Barbados Weather Journal, April-August 1680, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 88 (2007), pp. 1957-1964.
- Chrysostomo J., Elementos da Hydrorganica, *Collecção de Memorias Fyzicas, e Economicas offerecidas a Academia Real das Sciencias de Lisboa que não poderão entrar nas Collecçoens impressas*, (1783), pps. 230-237.

- Cidade H., *A reforma pombalina da instrução, Lições de cultura e literatura portuguesa*, Vol. 2, (Coimbra: Coimbra editora, 1969).
- Clerke M., *A Popular History of Astronomy During de Nineteenth Century*, (Cambridge: Cambridge University Press, 2010).
- Cortesão J., *Alexander de Gusmão e o Tratado de Madrid*, Vol. 1, (Rio de Janeiro: Ministerio Das Relações Exteriores, 1965).
- Coutinho M., O conhecimento astronomico e o mundo mágico-religioso do homem pré-histórico brasileiro, *Revista da SBHC*, 19 (1998), pp. 63-76.
- Curto D., D. Rodrigo de Sousa Coutinho e a Casa Literária do Arco do Cego, *A casa Literária do Arco do Cego ( 1799-1801 ) – Bicentenário: “ Sem livro não há instrução ”*, (Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda-Biblioteca Nacional, 1999).
- D’Abbeville C., *Histoire de la mission des pères capucins en l’isle de Marignan et terres circonvoisines où est traicté des singularitez admirables & des mœurs merveilleuses des indiens habitants de ce pais*, (Microfilm Reprod. de l’éd. de Paris: de l’Impr. de François Huby, 1614).
- Dantes M., Fases da implantação da ciência no Brasil, *Quipu*, 5 (1988), pp. 265-275.
- De Andrade A., *Verney e a cultura da sua epoca*, (Coimbra: Imprensa de Coimbra, 1966).
- De Castro L., *História geral da medicina brasileira*, Vol. 1, (São Paulo: Editora de Humanismo, Ciência e Tecnologia "HUCITEC", 1977).
- De Mello M., Rocha A., Ciência e memória: aspectos da reforma da universidade de Coimbra de 1772, *Revista de História Regional*, 14 (2009), pp. 7-48.
- Domingues Â., *Viagens de exploração geográfica na Amazônia em finais do século XVIII: política, ciência e aventura*, (Lisboa: Região Autónoma da Madeira, 1991).
- Domingues B., Copérnico e a Espanha, *Revista da Sociedade Brasileira de Ciência*, 15 (1996), pp. 11-28.
- Domingues Â., Para um melhor conhecimento dos domínios coloniais: a constituição de redes de informação no Império Português em finais do Setecentos, *História, Ciências, e Saúde*, 8 (2001), p. 823-838.
- Domingues Â., Notícias do Brasil colonial a imprensa científica e política a serviço das elites (Portugal, Brasil e Inglaterra), *Varia Historia, Belo Horizonte*, 22 (2006) , pp.150-174.
- Domingues Â., Reedição de fontes para quê? Algumas reflexões em torno de um roteiro de viagem pela Amazônia luso-brasileira, *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 4, (2009), pp. 193-194.
- Domingues Â., For the relief of man’s state or the advancement of national interests? A percepção da natureza brasileira ao serviço das nações e da humanidade nos escritos dos viajantes do século XVIII, *Diálogos, DHI/PPH/UEM*, 14 (2010), p. 249-271.
- Dones L., A recent cometary origin for Saturno’s rings?, *Icarus*, 92 (1991), pp. 194-203.
- Durand M., Grattan J.P., Extensive respiratory health effects of volcanogenic dry fog in 1783 inferred from European documentary sources, *Environment Geochemical Health*, 21 (1999), pp. 371–376.
- Easterling, D. R., J. L. Evans, P. Ya Groisman, T. R. Karl, K. E. Kunkel, P. Ambenje, Observed Variability and Trends in Extreme Climate Events: A Brief Review, *Bulletin American Meteorology Society*, 81 (2000), pp. 417-425.

- Edler F., *As Reformas do Ensino Médico e a Profissionalização da Medicina na Corte do Rio de Janeiro (1854-1884)*, (São Paulo: USP-FFLCH, Departamento de História / Dissertação de Mestrado, 1992).
- Espenack F. y Meeus J., *Five millennium Canon of Solar Eclipses: -1999 yo +3000 (2000 BCE to 3000 CE)*, (NASA Technical Publication 2006214141, 2006).
- Espenack F., Meeus J., *Five millennium Canon of Lunar Eclipses: -1999 yo +3000 (2000 BCE to 3000 CE)*, (NASA Technical Publication 2009-214172, 2009).
- Estatutos da universidade de coimbra*, Livro III, (Coimbra: Universidade de Coimbra, 1772).
- Falcon F., Da Ilustração à revolução - Percursos ao Longo do Espaço - Tempo Setecentista, *Acervo: Revista do Arquivo Nacional*, 4 (1989), Nº 1, p. 53-87.
- Falcon F., *A época pombalina (política econômica e monarquia ilustrada)*, (São Paulo: Ática ed., 1993).
- Faoro R., “Aqui Revolução era (e é) outra coisa”, *A Revolução Francesa: 1789-1989. Isto É/Senhor*, (São Paulo: Ed Três, 1989).
- Farrona A.M.M., *The Meteorological Observations of Bento Sanches Dorta, Brasil: 1781-1788*, Tesis de máster, (Badajoz: Universidad de Extremadura, 2010).
- Fernadisi J., *Onomatopeia Oannense, ou aneddotica do monstro amphibio, que na noite de 14 para 15 de Outubro do prezente anno de 1732 appareceu no Mar Negro*, (Lisbon: Officina de Mauricio Vicente d'Almeida, 1732).
- Ferraz M., *As ciências em Portugal e no Brasil (1772-1822): o texto conflituoso da Química*, Tesis de doctorado, (São Paulo: PUC, 1995).
- Ferraz M., Figueirôa S., “Ciência e ilustração na América: a historiografia brasileira da ciência colonial”, *La Ilustración en América Colonial*, Arango D., Pauig M., Arboleda L. (eds), (Colômbia: Colciências, 1995), pp. 202-223.
- Ferreira A., *Viagem Filosófica pelas Capitánias do Grão-Pará, Rio Negro, Mato Grosso e Cuiabá*, (Rio de Janeiro: Conselho Federal de Cultura, 1974).
- Ferreira L. (1996), *O nascimento de uma instituição científica: os periódicos médicos brasileiros da primeira metade do século XIX*, Tesis de doctorado, (São Paulo: USP, Departamento de História,, 1996).
- Figueirôa S., *Ciência na Busca do Eldorado: A Institucionalização das Ciências Geológicas no Brasil, 1808-1907*, (São Paulo: Hucitec, 1997).
- Figueirôa S., “Para pensar as vidas de nossos cientistas tropicais”, *Ciência, civilização e império nos trópicos*, (Rio de Janeiro: Access, 2001).
- Foucault M., *A Ordem do Discurso*, (São Paulo: Edições Loyola, 1996).
- Freicynet L., *Voyage autour du monde: entrepris par ordre du roi* (Paris: Imprimerie Royal, 1827).
- Frieiro E., *O Diabo na Livraria do Cônego*, (São Paulo: Itatiaia e Editora da Universidade de São Paulo, 1981).
- Furtado C., *Formação Econômica do Brasil*, (Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1961).
- García J.A., Louis Feuillé y el primer Meridiano, *Números*, 72 (2009), pp. 35-45.
- Gaspar B., *Fontes e chafarizes de São Paulo: Bicos-de-pena de Paolo Ferretti*, (São Paulo: Conselho Estadual de Cultura, 1970).
- Gesteira H., *O Teatro das Coisas Naturais: Conhecimento e Dominação Neerlandesa no Brasil (1624-1654)*, Tesis de Doctorado, (Rio de Janeiro: UFF, Departamento de História, 2001).
- Godinho V., Portugal and Her Empire, *Cambridge Modern History*, 5 y 6, (New York: Cambridge University Press, 1961-70).
- Godoy J., A contribuição dos cronistas coloniais e missionários para o conhecimento do território brasileiro, *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, 2 (2002).

- Godoy V., Salgado I., O higienismo na cidade de São Paulo no século XIX: O estudo das águas, *Anais do XV Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas*, (Campinas: PUC Campinas, 2010).
- Golinski J., *British Weather and the Climate of Enlightenment*, (Chicago and London: The University of Chicago Press, 2007).
- Griffes C., *South Atlantic Ocean and Indian Ocean*, (Annapolis: ProStar Publications, 2007).
- Guilherme C., Lopez A., Santos J.M., *Historia de Brasil: Una interpretación*, (Salamanca: Ed. de la Universidad de Salamanca y sus autores, 2009).
- Hankins T., *Ciência e Iluminismo*, (Porto: Porto editoras, 2002).
- Hazard P., *O pensamento europeu no século XVIII*, (Lisboa: Ed. Presença, 1989).
- Holanda, S. B. de. *Caminhos e fronteiras*, (São Paulo: Ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1994).
- Humboldt V., *Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent: fait en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803, et 1804*, 11, (París: Imprimerie de J. Smith, 1826).
- Humboldt V., López de Bustamante, *Ensayo político sobre la isla de Cuba*, (París: Casa de Jules Renourd, 1827).
- Jones P., Historical climatology – a state of the art review, *Weather*, 63 (2008), pp. 181-185.
- Jones P. and 29 co-authors (2009), High-resolution palaeoclimatology of the last millennium: a review of current status and future prospects, *The Holocene*, 19 (2009), pp. 3-49.
- Kington J., *The weather of the 1780s over Europe*, (Cambridge: Cambridge University Press, 1988).
- Kury L., Camenietzki C., *O Império dos Miasmas: a Academia Imperial de Medicina*, Tesis de Máster, (Rio de Janeiro: UFF/ICHF, 1990).
- Lafuente A., Catala J. (1989), Ciencia colonial y roles profesionales en la América española del siglo XVIII, *Quipu*, 6 (1989), pp. 387-403.
- Lepénies W., *As três culturas*, (São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996).
- Leitão H., *A Ciência na “Aula da Esfera” no Colégio de Santo Antônio*, (Lisboa: Comissariado Geral das Comemorações do V Centenário do Nascimento de S. Francisco Xavier, 2008).
- Leite M., Naturalistas viajantes, *História, Ciências, Saúde –Manguinhos*, 1 (1995), p. 7-19.
- Lopes M., “Ciência na periferia: aspectos historiográficos da emergência e construção das ciências naturais no Brasil (1770-1870)”, *Actas do 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica*, (Évora: Universidade de Évora, 2001).
- Lopes M., Figueirôa S., *Relatório científico final do projeto Emergência e Consolidação das Ciências Naturais no Brasil (1770-1870)*, (Campinas: UNICAMP, 2003).
- Luterbacher J., Dietrich D., Xoplaki E., Grosjean M., Wanner H., European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes since 1500, *Science*, 303 (1999), pp. 1499–1503.
- Luterbacher, J., Xoplaki, E., Casty, C., Wanner, H., Pauling, A., Kuettel, M., Rutishauser, T., Broennimann, S., Fischer, E., Fleitmann, D., Gonzalez-Rouco, F.J., Garcia-Herrera, R., Barriendos, M., Rodrigo, F.S., Gonzalez-Hidalgo, J.C., Saz, M.A., Gimeno, L., Ribera, P., Brunet, M., Paeth, H., Rimbu, N., Felis, T., Jacobeit, J., Dunkeloh, A., Zorita, E., Guiot, J., Türkes, M., Alcoforado, M.J.,

- Trigo, R. ., Wheeler, D., Tett, S., Mann, M.E., Touchan, R. ., Shindell, D.T., Silenzi, S., Montagna, P., Camuffo, D., Mariotti, A., Nanni, T., Brunetti, M., Maugeri, M., Zerefos, C.S., De Zolt, S., Lionello, P., Rath, V., Beltrami, H., Garnier, E. and Le RoyLadurie, E., Mediterranean climate variability over the last centuries: a review. In Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P. and Boscolo, R., editors, *The Mediterranean climate: an overview of the main characteristics and issues*, (Elsevier, 2006), pp. 27–148.
- Magalhães J., *Description et usages des instrumens d'astronomie et de physique, faits à Londres, par ordre de la cour de Portugal en 1778, adressée dans une lettre à son excellence M. Louis Pinto de Souza Coutinho*, (Londres, 1779).
- Malaquias I., João Jacinto de Magalhães e a definição das fronteiras brasileiras, *Revista da SBHC*, 2 (2003), Nº 1, pp. 94-102.
- Mansuy A., “Portugal e o Brasil: a reorganização do Império, 1750-1808”, *História da América Latina colonial*, 1, (São Paulo: Ed. USP; DF: Fundação Alexandre Gusmão, 1997), pp. 477-518.
- Marques V., *Do espectáculo da natureza à natureza do espectáculo - boticários no Brasil setecentista*, Tesis de doctorado, (São Paulo: Unicamp, 1998).
- Marques V., *Natureza em boiões. Medicina e boticários no Brasil setecentista*, (Campinas: Editora da UNICAMP, 1999).
- Marques dos Santos, *Instituto astronomico e geofisico da USP: Memoria sobre a sua formação e evolução*, (São Paulo: EDUSP, 2005).
- Marque Tirapicos L., *O telescópio astronómico em Portugal no século XVIII*, Tesis de máster, (Lisboa: Universidade de Lisboa, 2010).
- Martínez V., Miralles J., Marco E., Galadí-Enríquez D., *Astronomía fundamental*, (Valencia: Grupo Carducha, 2005).
- Maxwell K., “The Generation of the 1870s and the Idea of the Luso-Brazilian Empire”, *Colonials Roots of Modern Brazil*, en Dauril Alden (ed.), (Berkeley, California, 1972)
- Maxwell K., *Marquês de Pombal: paradoxo do Iluminismo*, (Rio de Janeiro: Paz e terra, 1996).
- Maxwell K., “A geração de 1790 e a idéia do império luso-brasileiro”, *Chocolate, piratas e outros malandros. Ensaio tropicais*, (Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999).
- Medeiros F., Viajantes e a construção de uma idéia de Brasil no ocaso da colonização (1808-1822), *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 10 (2006), p. 64.
- Mello J., *Manuel Arruda da Câmara – obras reunidas*, (Recife: Fundação de Cultura Cidade do Recife, 1982).
- Middleton W., *A History of the Barometer*, (Baltimore: Johns Hopkins Press, 1964).
- Moncada L., *Um Iluminista Português do Século XVIII; Luiz Antonio Verney*, (São Paulo: Livraria Acadêmica, 1941).
- Monteiro P. M., *Luzes ao campo, luzes à nação: o discurso ilustrado sobre a agricultura num período pré-independência e a idealização da nação civilizada*, (Campinas: IFCH-UNICAMP, 1994).
- Montello J., *História da independência do Brasil*, 2-3, (São Paulo: A. Casa do Livro, 1972).
- Moreno R., *Historia Breve del Universo*, (Madrid: Ediciones Rialps, 1998).
- Mota C., López A., Santos J., *Historia de Brasil, una interpretación*, (Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2009)

- Motoyoma S., Os principais marcos históricos em Ciência e Tecnologia no Brasil, *Revista da SBHC*, 1 (1985), pp. 41 -19.
- Mourão R., *Diccionario Enciclopédico de Astronomía e Astronautica*, (Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987).
- Mourão R., Astronomia na Regência de Dom João, *Revista do Instituto histórico e geográfico brasileiro*, 442 (2009), pp. 319-345.
- Nisbet R., *História da Idéia de Progresso*, (Brasília: Universidade de Brasília, 1985).
- Norman G. E., Ball lightning as a supercooled nonideal plasma. *Chem. Phys. Rep.*, 18 (2000), pp. 1335–1352.
- Novais F., *Portugal e Brasil na crise do sistema colonial (1777-1808)*, (São Paulo: Hucitec, 1995).
- Oliveira Barbosa F., Obsevações Astronomicas feitas na Cidade de S. Paulo, com um Oculo Acromatico de 3 pés, por Francisco de Oliveira Barbosa, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, (Lisboa: 1799).
- Orta (Bento Sanches de), *Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*, 25, (Lisboa/Rio de Janeiro: Editorial Enciclopédia Limitada, 1979).
- Pannekoek A., *A History of Astronomy*, (Canada: General Publication Company, 1961).
- Pardo J., *El alma de los brutos en el entorno del Padre Feijoo*, (Oviedo: Pentalfa Ediciones, 2008).
- Pedroza F., A Academia Brasílica dos Esquecidos e a História Natural da Nova Lusitânia, *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 1 (2003).
- Pedroza F., de Castro I., Tradições astronômicas tupinambás na visão de Claude D'Abbeville, *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, 3 (2005), pp. 4-19.
- Peixoto P., A ciência em Portugal e a Académia das Ciências de Lisboa, *Colóquio/Ciencias*, 19 (1986).
- Pinheiro R., *As histórias da Comissão Científica de Exploração (1856 ) na Correspondência de Guilherme de Schüch de Capanema*, (Campinas: UNICAMP, Tesis de Master, 2002).
- Pinto M., *Aspectos da história da mineração no Brasil colonial, Brasil 500 anos: a construção do Brasil e da América Latina pela mineração*, (Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2000).
- Pita J., *Farmácia, medicina e saúde pública em Portugal (1772-1836)*, (Coimbra: Livraria Minerva, 1996).
- Rabinowitz M., Ball lightning: manifestation of cosmic little black holes, *Astrophys. Space Sci.*, 277 (2001), pp. 409–426.
- Ruíz J., Gómez A., *Astronomía Contemporánea*, (Madrid: Sirius, 2007)
- Saldaña J., Nuevas tendencias en la historia de la ciencia en América Latina, *Cuadernos americanos*, 2 (1993), pp. 69-91.
- Sanches Dorta B., *Memória sobre a produção do frio artificial, Lida nas sessões de 5 e 19 de julho de 1787 da Sociedade Literária do Rio de Janeiro*, (Lisboa: Biblioteca Nacional de Portugal, Coleção Pombalina, 1787)
- Sanches Dorta B., “Observações Astronomicas feitas junto ao Castelo da Cidade do Rio de Janeiro para determinar a Latitude, e Longitude da dita Cidade”, *Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, I (1797a), pp. 325-344.
- Sanches Dorta B., “Observações Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro”, *Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, I (1797b), pp. 345-378.



- Sanches Dorta B., “Observações Astronomicas feitas na Cidade do São Paulo”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, II (1799a), pp. 190-195.
- Sanches Dorta B. (1799b), “Descrição de hum monfiro de efpecie Humana, exiftente na Cidade de São Paulo na America Meridional”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, II (1799b), pp. 187-1889.
- Sanches Dorta B., “Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1784”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, II (1799c), pp. 347-368.
- Sanches Dorta B., “Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1785”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, II (1799d), pp. 369-401.
- Sanches Dorta B., “Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1786”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, III (1812a), pp. 68-107.
- Sanches Dorta B., “Observações Astronomicas, e Meteorologicas feitas na Cidade do Rio de Janeiro no anno de 1787”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, III (1812b), pp. 108-153.
- Sanches Dorta B., “Taboas, e Diario Meteorologico pertenientes, no Anno de 1788”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, III (1812c), pp. 154-182.
- Sanches Dorta B., “Diario Physico-meteorologico de Outubro do anno de 1788 da Cidade de S. Paulo na America Meridional e Oriental”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, III (1812d), pp. 183-187.
- Sanches Dorta B., “Diario Physico-meteorologico de Novembro do anno de 1788 da Cidade de S. Paulo na America Meridional e Oriental”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, III (1812e), pp. 188-192.
- Sanches Dorta B., “Diario Physico-meteorologico de Dezembro do anno de 1788 da Cidade de S. Paulo na America Meridional e Oriental”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, Vol. III (1812f), pp. 193-197.
- Sanches Dorta B., “Observações dos Satélites de eclipses de Júpter, feitas em São Paulo com hum Óculo achromatico de 17 polegadas de fóco”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, III (1812g), p. 179.
- Sanches Dorta B., “Observações do anel Saturno do mefmo anno de 1789 e com o mefmo Óculo pequeno de 17 polgadas de foco”, *Memorias de Mathematica e Phisica da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, III (1812h), pp. 180-181.
- Sanjad N., *Nos jardins de São José: uma história do Jardim Botânico do Grão-Pará*, Tesis de Máster, (Campinas: UNICAMP, 2001).
- Sant’Anna N. (1939), *São Paulo historico: aspectos, lendas e costumes*, 3, (São Paulo: Prefeitura de São Paulo/Departamento de Cultura, 1939).
- Santos F. (2007), Aldeamentos jesuítas e política colonial na Bahía, século XVIII, *Revista de História*, 156 (2007), pp. 107-128.
- Saigey M. (1828), *Bulletin Universel des Science et de l’industrie*, 10, (París: Boureau Central du Bulletin, 1828).
- Schwartzman S., *Um espaço para a ciência: a formação da comunidade científica no Brasil*, (Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2001).

- Sérgio A., *Breve interpretação da história de Portugal*, (Lisboa: Ed. Sá da Costa, 1981).
- Silva M.B. (1988), O pensamento científico no Brasil na segunda metade do século XVIII, *Ciência e cultura*, 40 (1988).
- Silva C., *O desvendar do grande livro da natureza: um estudo da obra do mineralogista José Vieira Couto, 1798-1805*, Tesis de Máster, (São Paulo: Unicamp, 2002).
- Simon W., *Scientific expeditions in the Portuguese overseas territories (1783-1808) and the role of Lisbon in the intellectual-scientific community of the late eighteenth century*, (Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, Centro de Estudos de História e Cartografia Antiga, 1983).
- Smirnov B. M., The properties and nature of ball lightning, *Phys. Rep.*, 152 (1987), pp. 177–226.
- Sodré Société de Arcueil (1817), *Mémoires de Physique et de Chimie, de la Société d'Arcueil*, 3, (París: Imprimeire de V. H. Perroneau, 1817)
- Slonosky V., Wet winters, dry summers? Three centuries of precipitation data from Paris, *Geophysical Research Letters*, 29 (2002), pp. 311-314.
- Stockler B., “Elogio de Bento Sanches d’Orta”, *Obras de Francisco de Borja Garçao Stockler, Secretario da Academia das Sciencias*, 1 (1805), (Lisboa: Typografia da mesma Academia), pp. 283-297.
- Taborda J., Alcoforado M., Garcia J., *O clima do sul de Portugal no século XVIII*, (Lisboa: Centro de estudos geográficos, 2004).
- Taunay A., *História colonial da cidade de São Paulo no século XIX (1801-1822)*, (São Paulo: Divisão do Arquivo Histórico, 1956).
- Tavares F., “Descrição de hum feto humano monstro, nascido em Coimbra no dia 28 de Novembro de 1791”, *Memorias da Académia das Sciencias de Lisboa*, 2 (1791), pp. 296-306.
- Taveira F. (2007), The Social and Cultural Roles of the University of Coimbra (1537-1820). Some considerations, *e-JPH*, 5 (2007), pp. 1-21.
- Torchigin, V.P., Torchigin A.V., Phenomenon of ball lightning and its outgrowths, *Physical Letters A.*, 337 (2005), pp.112–120.
- Trigo R., Vaquero J.M., Stothers R.B., Witnessing the impact of the 1783–1784 Laki eruption in the Southern Hemisphere, *Climatic Change*, 99 (2010), pp. 535–546.
- Tuna G., *Silvia Alvarenga, Representante das Luzes na América Portuguesa*, Tesis de doctorado, (São Paulo: Unicamp, 2009).
- Ussher H., Observations Made on the Disappearance and Reappearance of Saturn's Ring in the Year 1789, with Some Remarks on His Diurnal Rotation, *The Transaction of the Royal Irish Academy*, 3 (1789), pp. 135-141.
- Van Engelen, A.F.V., et al., “A millennium of weather, winds and water in the Low Countries”, *History and Climate: Memories of the future?*, (P. D. Jones et al. Eds. Kluwer Academic Press, 2001), pp. 101-124.
- Vaquero J.M., Trigo R., Gallego M.C., A “lost” sunspot observation in 1785, *Astronomische Nachrichten*, 326 (2005a), pp. 112–114.
- Vaquero J.M., Trigo R.M. (2005b) Results of the Rio de Janeiro magnetic observations 1781–1788, *Ann Geophys*, 23 (2005b), pp. 1881–1887.
- Vaquero J., Trigo R., Identification of possible intense historical solar storms during the years 1781–1788 inferred from aurorae and geomagnetic observations in Rio de Janeiro, *Solar Physics*, 235 (2006), pp. 419–432.
- Vaquero J.M., Vázquez M., *The Sun Recorded through history*, (London: Springer, 2009).

- Villalta L., Prado M., Vidal D., “A Educação na Colônia e os Jesuítas: discutindo alguns mitos”, *À Margem dos 500 Anos: Reflexões Irreverentes*, (São Paulo: Edusp, 2002), pp. 171-184.
- Wegner R., Livros do Arco do Cego no Brasil colonial, *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 11 (suplemento) (2004).
- Varela J., “The Disparition of Saturn’s Ring, observed by Joseph Varelaz, Lieutenant of the Royal Navy of the King of Spain, and Professor of Mathematics, in the Academy of Guard-Marine at Cadiz”, *Philosophical transactions: Giving some account of the present undertakings, studies, and Labours of the Ingenious in many considerable parts of the World*, 64, (London: Lockyerdavis, 1774), pp. 112-115.
- Varela A., *Juro-lhe pela honra de bom vassalo e bom português: filósofo natural e homem público – uma análise das memórias científicas do Ilustrado José Bonifácio de Andrada e Silva (1780-1819)*, Tesis de Master, (Campinas: UNICAMP, 2001).
- Vilar F., Fonseca F., Arqueología da água-parte I: A evolução tecnológica no abastecimento da cidade de São Paulo, do século XVI ao XIX, *Saneas*, (2004), pp. 44-46.
- Whewell W., *Adress, Report of the Third Meeting of the British Association for Advacement of Science*, (London: Red Lion Court, 1833),.
- Yang B., Braeuning A., Johnson K.R., Yafeng S., General characteristics of temperature variation in China during the last two millennia, *Geophysical Research Letters*, 29 (2002), p. 1234.